

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 2月19日

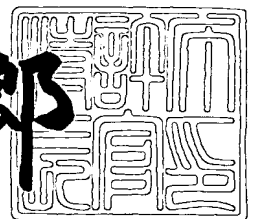
出願番号
Application Number: 特願2003-041727
[ST. 10/C]: [JP 2003-041727]

出願人
Applicant(s): 日本電気株式会社

2003年 7月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3055332

【書類名】 特許願

【整理番号】 33509982

【あて先】 特許庁長官殿

【特記事項】 特許法第 3 0 条第 1 項の規定の適用を受けようとする特
許出願

【国際特許分類】 H04L 12/00
H04M 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 榎本 敦之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 飛鷹 洋一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 厩橋 正樹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 岩田 淳

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100093595

【弁理士】

【氏名又は名称】 松本 正夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 057794

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9303563

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ネットワークシステム、ラーニングブリッジノード、ラーニング方法及びそのプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のノードを接続したネットワークにおいて、
前記ネットワークに属するノードが、主信号フレームが流れる経路とは逆の経路に定期的にラーニングフレームを送信することを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 2】 前記ノードが、
前記ラーニングフレームにより、付加すべきフォワーディングタグをラーニングすることを特徴とする請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 3】 複数のノードを接続したネットワークにおいて、
前記ネットワークに属するノードが、
MAC SA テーブルキャッシュを参照して、ラーニングフレーム送信要求を行うか否かを決定するラーニングフレーム管理者と、
ラーニングフレーム送信要求を行った送信元 MAC アドレス (MAC SA) を記憶する MAC SA テーブルキャッシュを備える
ことを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 4】 前記ノードが、
MAC SA テーブルキャッシュのエージングを行うエージング要求受付器と、
CPU に対してラーニングフレーム送信要求を行う送信要求器を備える
ことを特徴とする、請求項 3 に記載のネットワークシステム。

【請求項 5】 前記ノードが、
ラーニングフレーム処理を行うラーニング管理プログラムを備える
ことを特徴とする請求項 4 に記載のネットワークシステム。

【請求項 6】 複数のノードを接続したネットワークにおいて、
前記ネットワークに属するノードが、

ラーニングフレーム処理を行うラーニング管理プログラムを備えることを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 7】 前記ノードが、
各種設定を行う機器制御プログラムを備えることを特徴とする、請求項 3 から請求項 6 の何れか 1 項に記載のネットワークシステム。

【請求項 8】 記ノードが、
入力フレームを判別するフレームタイプ判定器を備えることを特徴とする、請求項 3 から請求項 7 の何れか 1 項に記載のネットワークシステム。

【請求項 9】 前記ネットワークに属するノードが、
エージング対象エントリのエージングを行うエージング制御器と、
エージング対象エントリを記憶するエージング管理テーブルを備えることを特徴とする請求項 3 から請求項 8 の何れか 1 項に記載のネットワークシステム。

【請求項 1 0】 前記ノードが、
宛先 MAC アドレス (MAC DA) に対する出力ポートおよびタグ操作を記憶する、MAC フォワーディングテーブルメモリを備えることを特徴とする請求項 3 から請求項 9 の何れか 1 項に記載のネットワークシステム。

【請求項 1 1】 前記ノードが、
タグに対するブロードキャスト時の出力先ポートを記憶する、ブロードキャストテーブルメモリを備えることを特徴とする請求項 3 から請求項 1 0 の何れか 1 項に記載のネットワークシステム。

【請求項 1 2】 前記ノードが、
フォワーディングタグに対する出力ポートを記憶する、タグフォワーディングテーブルメモリを備えることを特徴とする請求項 3 から請求項 1 1 の何れか 1 項に記載のネットワークシ

ステム。

【請求項 1 3】 前記ノードが、

テーブル、エージング回路、およびテーブル読込、書込回路をもったフォワーディングテーブルを備える

ことを特徴とする請求項 3 から請求項 1 2 の何れか 1 項に記載のネットワークシステム。

【請求項 1 4】 前記ノードが、

フォワーディングタグに対する MAC フォワーディングテーブルメモリ上の番地を記憶する、TAG アドレス管理テーブルを備える

ことを特徴とする請求項 3 から請求項 1 3 の何れか 1 項に記載のネットワークシステム。

【請求項 1 5】 複数のノードを接続したネットワークにおいて、

前記ネットワークに属するノードが、

イーサネット(R)のラーニング機能を非対称に流れるフローにも適用することを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 1 6】 複数のノードを接続したネットワークのラーニングブリッ

ジノードにおいて、

主信号フレームが流れる経路とは逆の経路に定期的にラーニングフレームを送信する

ことを特徴とするラーニングブリッジノード。

【請求項 1 7】 前記ラーニングフレームにより、付加すべきフォワーディ

ングタグをラーニングする

ことを特徴とする請求項 1 6 に記載のラーニングブリッジノード。

【請求項 1 8】 複数のノードを接続したネットワークのラーニングブリッ

ジノードにおいて、

MAC SA テーブルキャッシュを参照して、ラーニングフレーム送信要求を行うか否かを決定するラーニングフレーム管理者と、

ラーニングフレーム送信要求を行った送信元 MAC アドレス (MAC SA) を記憶する MAC SA テーブルキャッシュを備える

ことを特徴とするラーニングブリッジノード。

【請求項 19】 MAC SA テーブルキャッシュのエージングを行うエージング要求受付器と、

CPU に対してラーニングフレーム送信要求を行う送信要求器を備えることを特徴とする、請求項 18 に記載のラーニングブリッジノード。

【請求項 20】 ラーニングフレーム処理を行うラーニング管理プログラムを備える

ことを特徴とする請求項 19 に記載のラーニングブリッジノード。

【請求項 21】 複数のノードを接続したネットワークのラーニングブリッジノードにおいて、

ラーニングフレーム処理を行うラーニング管理プログラムを備えることを特徴とするラーニングブリッジノード。

【請求項 22】 各種設定を行う機器制御プログラムを備えることを特徴とする、請求項 18 から請求項 21 の何れか 1 項に記載のラーニングブリッジノード。

【請求項 23】 入力フレームを判別するフレームタイプ判定器を備えることを特徴とする、請求項 18 から請求項 22 の何れか 1 項に記載のラーニングブリッジノード。

【請求項 24】 エージング対象エントリのエージングを行うエージング制御器と、

エージング対象エントリを記憶するエージング管理テーブルを備えることを特徴とする請求項 18 から請求項 23 の何れか 1 項に記載のラーニングブリッジノード。

【請求項 25】 宛先 MAC アドレス (MAC DA) に対する出力ポートおよびタグ操作を記憶する、MAC フォワーディングテーブルメモリを備えることを特徴とする請求項 18 から請求項 24 の何れか 1 項に記載のラーニングブリッジノード。

【請求項 26】 タグに対するブロードキャスト時の出力先ポートを記憶する、ブロードキャストテーブルメモリを備える

ことを特徴とする請求項 1 8 から請求項 2 5 の何れか 1 項に記載のラーニングブリッジノード。

【請求項 2 7】 フォワーディングタグに対する出力ポートを記憶する、タグフォワーディングテーブルメモリを備える
ことを特徴とする請求項 1 8 から請求項 2 6 の何れか 1 項に記載のラーニングブリッジノード。

【請求項 2 8】 テーブル、エージング回路、およびテーブル読込、書込回路をもったフォワーディングテーブルを備える
ことを特徴とする請求項 1 8 から請求項 2 7 の何れか 1 項に記載のラーニングブリッジノード。

【請求項 2 9】 フォワーディングタグに対する M A C フォワーディングテーブルメモリ上の番地を記憶する、T A G アドレス管理テーブルを備える
ことを特徴とする請求項 1 8 から請求項 2 8 の何れか 1 項に記載のラーニングブリッジノード。

【請求項 3 0】 複数のノードを接続したネットワークのラーニングブリッジノードにおいて、

イーサネット(R)のラーニング機能を非対称に流れるフローにも適用することを特徴とするラーニングブリッジノード。

【請求項 3 1】 複数のノードを接続したネットワークのラーニング方法において、

前記ネットワークに属するノードが、主信号フレームが流れる経路とは逆の経路に定期的にラーニングフレームを送信することを特徴とするラーニング方法。

【請求項 3 2】 前記ノードが、
前記ラーニングフレームにより、付加すべきフォワーディングタグをラーニングする
ことを特徴とする請求項 3 1 に記載のラーニング方法。

【請求項 3 3】 複数のノードを接続したネットワークのラーニング方法において、

前記ネットワークに属するノードが、
MAC SA テーブルキャッシュを参照して、ラーニングフレーム送信要求を行うか否かを決定し、
ラーニングフレーム送信要求を行った送信元 MAC アドレス (MAC SA) を MAC SA テーブルキャッシュに記憶することを特徴とするラーニング方法。

【請求項 3 4】 前記ノードが、
MAC SA テーブルキャッシュのエージングを行い、
CPU に対してラーニングフレーム送信要求を行うことを特徴とする、請求項 3 3 に記載のラーニング方法。

【請求項 3 5】 前記ノードが、
ラーニングフレーム処理を行うラーニング管理プログラムを備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のラーニング方法。

【請求項 3 6】 複数のノードを接続したネットワークのラーニング方法において、
前記ネットワークに属するノードが、
ラーニングフレーム処理を行うラーニング管理プログラムを備えることを特徴とするラーニング方法。

【請求項 3 7】 前記ノードが、
各種設定を行う機器制御プログラムを備えることを特徴とする、請求項 3 3 から請求項 3 6 の何れか 1 項に記載のラーニング方法。

【請求項 3 8】 記ノードが、入力フレームを判別することを特徴とする、請求項 3 3 から請求項 3 7 の何れか 1 項に記載のラーニング方法。

【請求項 3 9】 前記ネットワークに属するノードが、
エージング対象エントリのエージングを行い、
エージング対象エントリをエージング管理テーブルに記憶することを特徴とする請求項 3 3 から請求項 3 8 の何れか 1 項に記載のラーニング方

法。

【請求項 40】 前記ノードが、

宛先MACアドレス（MAC DA）に対する出力ポートおよびタグ操作を、
MACフォワーディングテーブルメモリに記憶する
ことを特徴とする請求項 33 から請求項 39 の何れか 1 項に記載のラーニング方法。

【請求項 41】 前記ノードが、

タグに対するブロードキャスト時の出力先ポートを、ブロードキャストテーブルメモリに記憶する
ことを特徴とする請求項 33 から請求項 40 の何れか 1 項に記載のラーニング方法。

【請求項 42】 前記ノードが、

フォワーディングタグに対する出力ポートを、タグフォワーディングテーブルメモリに記憶する
ことを特徴とする請求項 33 から請求項 41 の何れか 1 項に記載のラーニング方法。

【請求項 43】 前記ノードが、

テーブル、エージング回路、およびテーブル読込、書込回路をもったフォワーディングテーブルを備える
ことを特徴とする請求項 33 から請求項 42 の何れか 1 項に記載のラーニング方法。

【請求項 44】 前記ノードが、

フォワーディングタグに対するMACフォワーディングテーブルメモリ上の番地を、TAGアドレス管理テーブルに記憶する
ことを特徴とする請求項 33 から請求項 43 の何れか 1 項に記載のラーニング方法。

【請求項 45】 複数のノードを接続したネットワークのラーニング方法において、

前記ネットワークに属するノードが、

イーサネット(R)のラーニング機能を非対称に流れるフローにも適用することを特徴とするラーニング方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ネットワークシステムに関し、特に非対称な経路を通過する双方向フローに対してもラーニング動作を行うことができ、かつ、付加するフォワーディングタグもラーニングして転送時に付加することのできる、ネットワークシステム、ラーニングブリッジ構成ノード、ラーニングブリッジ構成方法およびプログラムに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、この種のラーニングブリッジは、イーサネット(R)等において、転送経路を決定するために用いられている。当該ラーニングブリッジに関する従来技術としては、以下に挙げるようなものが存在する。

【0 0 0 3】

例えば「1998年、アイトリプルイー・スタンダード・802.1ディー（IEEE Std 802.1D）」と題するIEEE発行の標準化文書では、フレームの転送先ポートを決定するため、前記フレームを受信したポートおよび前記フレームの送信元MACアドレス（MAC SA）をフィルタリングデータベースに登録する、ラーニングプロセスと呼ばれる手法が規定されている（以下、非特許文献1とする）。

【0 0 0 4】

また、「1998年、アイトリプルイー・スタンダード・802.1キュー（IEEE Std 802.1Q）」と題するIEEE発行の標準化文書では、前記ラーニングプロセスをVLANごと個別に行い、ラーニング結果の利用を、ラーニングに利用したフレームと同じVLANに属するフレーム到着時に限定するため、Independent Virtual Local Area Network (VLAN) Learning (IVL)と呼ばれる手法および、IVLを行うためのIVLブリッジが規定されている（以下、非特許文献2とす

る)。

【0005】

さらに、拡張タグを利用したフレーム転送方法に関する技術、制御タグを付加するためのノード構成およびテーブル構成に関する技術、及びフォワーディングタグに応じて経路を決定するためスパンニングツリーを用いた経路決定方法に関する技術は、例えば、「次世代イーサネット(R)アーキテクチャGOE (Global Optical Ethernet(R)) の提案」(電子情報通信学会 2002年ソサイエティ大会講演論文集 B-7-11~B-7-13)として開示されている(以下、非特許文献3とする)。

【0006】

【非特許文献1】

「1998年、アイトリプルイー・スタンダード・802.1ディー (IEEE Std 802.1D)」と題するIEEE発行の標準化文書

【非特許文献2】

「1998年、アイトリプルイー・スタンダード・802.1キュー (IEEE Std 802.1Q)」と題するIEEE発行の標準化文書

【非特許文献3】

「次世代イーサネット(R)アーキテクチャGOE (Global Optical Ethernet(R)) の提案」(電子情報通信学会 2002年ソサイエティ大会講演論文集 B-7-11~B-7-13)

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上述した従来技術においては、以下に述べるような問題があった。

【0008】

第1に、非特許文献1および非特許文献2で示した何れの従来技術においても、ネットワークの帯域利用効率が下がるという問題があった。

【0009】

非特許文献1および非特許文献2の技術は、双方向のフレームが対称経路を流れる、対称フローを前提としている。したがって特許文献1~3で示したような

、方向によってフローの経由するノードが異なる非対称フローを流した場合、ラーニングプロセスが機能せず、フレームは宛先に届くものの、不必要な宛先にまで伝達されてしまうため、ネットワークの混雑を引き起こし、帯域利用効率が下がるという問題があった。

【0 0 1 0】

第2に、非特許文献3で示した従来技術においても、設定作業に手間がかかるという問題があった。

【0 0 1 1】

非特許文献3の技術を利用するためには、あらかじめ各ノードに、宛先MACアドレス（MAC DA）に応じて付加すべき拡張タグ（フォワーディングタグ）を設定しておかなければならないが、MACアドレス数はネットワークによっては数千、数万といった数になるため、この設定作業には大変な手間がかかった。

【0 0 1 2】

本発明の第1の目的は、非対称フローが流れるネットワークにおいて、帯域利用効率を上げることができる、ネットワークシステム、ラーニングブリッジ構成ノード、ラーニングブリッジ構成方法およびプログラムを提供することにある。

【0 0 1 3】

本発明の第2の目的は、付加すべきフォワーディングタグの設定作業を自動化することのできる、ネットワークシステム、ラーニングブリッジ構成ノード、ラーニングブリッジ構成方法およびプログラムを提供することにある。

【0 0 1 4】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する請求項1の本発明のネットワークシステムは、複数のノードを接続したネットワークにおいて、前記ネットワークに属するノードが、主信号フレームが流れる経路とは逆の経路に定期的にラーニングフレームを送信することを特徴とする。

【0 0 1 5】

請求項2の本発明のネットワークシステムは、前記ノードが、前記ラーニング

フレームにより、付加すべきフォワーディングタグをラーニングすることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

請求項 3 の本発明のネットワークシステムは、複数のノードを接続したネットワークにおいて、前記ネットワークに属するノードが、MAC SA テーブルキャッシュを参照して、ラーニングフレーム送信要求を行うか否かを決定するラーニングフレーム管理者と、ラーニングフレーム送信要求を行った送信元 MAC アドレス (MAC SA) を記憶する MAC SA テーブルキャッシュを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

請求項 4 の本発明のネットワークシステムは、前記ノードが、MAC SA テーブルキャッシュのエージングを行うエージング要求受付器と、CPU に対してラーニングフレーム送信要求を行う送信要求器を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

請求項 5 の本発明のネットワークシステムは、前記ノードが、ラーニングフレーム処理を行うラーニング管理プログラムを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

請求項 6 の本発明のネットワークシステムは、複数のノードを接続したネットワークにおいて、前記ネットワークに属するノードが、ラーニングフレーム処理を行うラーニング管理プログラムを備えることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

請求項 7 の本発明のネットワークシステムは、前記ノードが、各種設定を行う機器制御プログラムを備えることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

請求項 8 の本発明のネットワークシステムは、前記ノードが、入力フレームを判別するフレームタイプ判定器を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

請求項 9 の本発明のネットワークシステムは、複数のノードを接続したネットワークにおいて、前記ネットワークに属するノードが、エージング対象エントリ

のエイジングを行うエイジング制御器と、エイジング対象エントリを記憶するエイジング管理テーブルを備えることを特徴とする。

【0023】

請求項10の本発明のネットワークシステムは、前記ノードが、宛先MACアドレス（MAC DA）に対する出力ポートおよびタグ操作を記憶する、MACフォワーディングテーブルメモリを備えることを特徴とする。

【0024】

請求項11の本発明のネットワークシステムは、前記ノードが、タグに対するブロードキャスト時の出力先ポートを記憶する、ブロードキャストテーブルメモリを備えることを特徴とする。

【0025】

請求項12の本発明のネットワークシステムは、前記ノードが、フォワーディングタグに対する出力ポートを記憶する、タグフォワーディングテーブルメモリを備えることを特徴とする。

【0026】

請求項13の本発明のネットワークシステムは、前記ノードが、テーブル、エイジング回路、およびテーブル読込、書込回路をもったフォワーディングテーブルを備えることを特徴とする。

【0027】

請求項14の本発明のネットワークシステムは、前記ノードが、フォワーディングタグに対するMACフォワーディングテーブルメモリ上の番地を記憶する、TAGアドレス管理テーブルを備えることを特徴とする。

【0028】

請求項15の本発明のネットワークシステムは、複数のノードを接続したネットワークにおいて、前記ネットワークに属するノードが、イーサネット(R)のラーニング機能を非対称に流れるフローにも適用することを特徴とする。

【0029】

請求項16の本発明は、複数のノードを接続したネットワークのラーニングブリッジノードにおいて、主信号フレームが流れる経路とは逆の経路に定期的にラ

ーニングフレームを送信することを特徴とする。

【0030】

請求項17の本発明のラーニングブリッジノードは、前記ラーニングフレームにより、付加すべきフォワーディングタグをラーニングすることを特徴とする。

【0031】

請求項18の本発明は、複数のノードを接続したネットワークのラーニングブリッジノードにおいて、MAC SAテーブルキャッシュを参照して、ラーニングフレーム送信要求を行うか否かを決定するラーニングフレーム管理者と、ラーニングフレーム送信要求を行った送信元MACアドレス（MAC SA）を記憶するMAC SAテーブルキャッシュを備えることを特徴とする。

【0032】

請求項19の本発明のラーニングブリッジノードは、MAC SAテーブルキャッシュのエージングを行うエージング要求受付器と、CPUに対してラーニングフレーム送信要求を行う送信要求器を備えることを特徴とする。

【0033】

請求項20の本発明のラーニングブリッジノードは、ラーニングフレーム処理を行うラーニング管理プログラムを備えることを特徴とする。

【0034】

請求項21の本発明は、複数のノードを接続したネットワークのラーニングブリッジノードにおいて、ラーニングフレーム処理を行うラーニング管理プログラムを備えることを特徴とする。

【0035】

請求項22の本発明のラーニングブリッジノードは、各種設定を行う機器制御プログラムを備えることを特徴とする。

【0036】

請求項23の本発明のラーニングブリッジノードは、入力フレームを判別するフレームタイプ判定器を備えることを特徴とする。

【0037】

請求項24の本発明のラーニングブリッジノードは、エージング対象エントリ

のエイジングを行うエイジング制御器と、エイジング対象エントリを記憶するエイジング管理テーブルを備えることを特徴とする。

【0038】

請求項25の本発明のラーニングブリッジノードは、宛先MACアドレス（MAC DA）に対する出力ポートおよびタグ操作を記憶する、MACフォワーディングテーブルメモリを備えることを特徴とする。

【0039】

請求項26の本発明のラーニングブリッジノードは、タグに対するブロードキャスト時の出力先ポートを記憶する、ブロードキャストテーブルメモリを備えることを特徴とする。

【0040】

請求項27の本発明のラーニングブリッジノードは、フォワーディングタグに対する出力ポートを記憶する、タグフォワーディングテーブルメモリを備えることを特徴とする。

【0041】

請求項28の本発明のラーニングブリッジノードは、テーブル、エイジング回路、およびテーブル読込、書込回路をもったフォワーディングテーブルを備えることを特徴とする。

【0042】

請求項29の本発明のラーニングブリッジノードは、フォワーディングタグに対するMACフォワーディングテーブルメモリ上の番地を記憶する、TAGアドレス管理テーブルを備えることを特徴とする。

【0043】

請求項30の本発明は、複数のノードを接続したネットワークのラーニングブリッジノードにおいて、イーサネット(R)のラーニング機能を非対称に流れるフローにも適用することを特徴とする。

【0044】

請求項31の本発明は、複数のノードを接続したネットワークのラーニング方法において、前記ネットワークに属するノードが、主信号フレームが流れる経路

とは逆の経路に定期的にラーニングフレームを送信することを特徴とする。

【 0 0 4 5 】

請求項 3 2 の本発明のラーニング方法は、前記ノードが、前記ラーニングフレームにより、付加すべきフォワーディングタグをラーニングすることを特徴とする。

【 0 0 4 6 】

請求項 3 3 の本発明は、複数のノードを接続したネットワークのラーニング方法において、前記ネットワークに属するノードが、MAC SA テーブルキャッシュを参照して、ラーニングフレーム送信要求を行うか否かを決定し、ラーニングフレーム送信要求を行った送信元 MAC アドレス (MAC SA) を MAC SA テーブルキャッシュに記憶することを特徴とする。

【 0 0 4 7 】

請求項 3 4 の本発明のラーニング方法は、前記ノードが、MAC SA テーブルキャッシュのエージングを行い、CPU に対してラーニングフレーム送信要求を行うことを特徴とする。

【 0 0 4 8 】

請求項 3 5 の本発明のラーニング方法は、前記ノードが、ラーニングフレーム処理を行うラーニング管理プログラムを備えることを特徴とする。

【 0 0 4 9 】

請求項 3 6 の本発明は、複数のノードを接続したネットワークのラーニング方法において、前記ネットワークに属するノードが、ラーニングフレーム処理を行うラーニング管理プログラムを備えることを特徴とする。

【 0 0 5 0 】

請求項 3 7 の本発明のラーニング方法は、前記ノードが、各種設定を行う機器制御プログラムを備えることを特徴とする。

【 0 0 5 1 】

請求項 3 8 の本発明のラーニング方法は、記ノードが、入力フレームを判別することを特徴とする。

【 0 0 5 2 】

請求項 3 9 の本発明のラーニング方法は、前記ネットワークに属するノードが、エージング対象エントリのエージングを行い、エージング対象エントリをエージング管理テーブルに記憶することを特徴とする。

【 0 0 5 3 】

請求項 4 0 の本発明のラーニング方法は、前記ノードが、宛先 M A C アドレス (M A C D A) に対する出力ポートおよびタグ操作を、 M A C フォワーディングテーブルメモリに記憶することを特徴とする。

【 0 0 5 4 】

請求項 4 1 の本発明のラーニング方法は、前記ノードが、タグに対するブロードキャスト時の出力先ポートを、ブロードキャストテーブルメモリに記憶することを特徴とする。

【 0 0 5 5 】

請求項 4 2 の本発明のラーニング方法は、前記ノードが、フォワーディングタグに対する出力ポートを、タグフォワーディングテーブルメモリに記憶することを特徴とする。

【 0 0 5 6 】

請求項 4 3 の本発明のラーニング方法は、前記ノードが、テーブル、エージング回路、およびテーブル読込、書込回路をもったフォワーディングテーブルを備えることを特徴とする。

【 0 0 5 7 】

請求項 4 4 の本発明のラーニング方法は、前記ノードが、フォワーディングタグに対する M A C フォワーディングテーブルメモリ上の番地を、 T A G アドレス管理テーブルに記憶することを特徴とする。

【 0 0 5 8 】

請求項 4 5 の本発明は、複数のノードを接続したネットワークのラーニング方法において、前記ネットワークに属するノードが、イーサネット (R) のラーニング機能を非対称に流れるフローにも適用することを特徴とする。

【 0 0 5 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0060】

図1は、本発明を適用する物理ネットワークの構成例を示すブロック図である。

【0061】

図1の物理ネットワークは、ノードG1～G4をリング状に接続して構成されており、ノードG1は、ダウンリンクポート（D/L）とアップリンクポート（U/L）を有するイーサネット（R）スイッチであり、そのダウンリンクポートにはクライアントを接続し、アップリンクポートにはスイッチを接続する。本実施の形態では、ダウンリンクポート（D/L）にクライアントC1が、アップリンクポート（U/L）にノードG3およびノードG4が、それぞれ接続されている。

【0062】

ノードG1は、図1の物理ネットワークにおいて以下に示すような動作を行う。

【0063】

（1）クライアントC1から到着したフレームを、必要に応じフォワーディング用等のタグを付加した上で、ノードG3とノードG4の一方もしくは両方に転送する。

【0064】

（2）ノードG3から到着したフレームを、必要であれば付加されているタグを削除した上で、クライアントC1とノードG4の一方もしくは両方に転送する。

【0065】

（3）ノードG4から到着したフレームを、必要であれば付加されているタグを削除した上で、クライアントC1とノードG3の一方もしくは両方に転送する。

【0066】

（4）ラーニングフレームを、ノードG3もしくはノードG4との間で送受信し、（1）から（3）に示したフレーム転送を行う際に必要なアドレス情報の交

換を行う。

【0067】

(5) 高速スパニングツリープロトコルにおいて規定されているBPDUFレームを、ノードG3もしくはノードG4との間で送受信し、(1)から(4)に示した動作を行う際に必要な経路情報の交換を行う。

【0068】

ノードG2は、ノードG1と同様の構成と機能を持つノードであり、ダウンリンクポート(D/L)とアップリンクポート(U/L)を有するイーサネット(R)スイッチである。ダウンリンクポートにはクライアントを接続し、アップリンクポートにはスイッチを接続する。本実施の形態では、ダウンリンクポート(D/L)にクライアントC2が、アップリンクポート(U/L)にノードG3およびノードG4が、それぞれ接続されている。

【0069】

ノードG2は、図1の物理ネットワークにおいて以下に示すような動作を行なう。

【0070】

(1) クライアントC2から到着したフレームを、必要に応じフォワーディング用等のタグを付加した上で、ノードG3とノードG4の一方もしくは両方に転送する。

【0071】

(2) ノードG3から到着したフレームを、必要であれば付加されているタグを削除した上で、クライアントC2とノードG4の一方もしくは両方に転送する。

【0072】

(3) ノードG4から到着したフレームを、必要であれば付加されているタグを削除した上で、クライアントC2とノードG3の一方もしくは両方に転送する。

【0073】

(4) ラーニングフレームを、ノードG3もしくはノードG4との間で送受信

し、(1) から (3) に示したフレーム転送を行う際に必要なアドレス情報の交換を行う。

【0074】

(5) 高速スパニングツリープロトコルにおいて規定されているBPDUフレームを、ノードG3もしくはノードG4との間で送受信し、(1) から (4) に示した動作を行う際に必要な経路情報の交換を行う。

【0075】

ノードG3は、ノードG1と同様の構成と機能を持つノードであり、ダウンリンクポート(D/L)とアップリンクポート(U/L)を有するイーサネット(R)スイッチである。ダウンリンクポートにはクライアントを接続し、アップリンクポートにはスイッチを接続する。本実施の形態では、ダウンリンクポート(D/L)にクライアントC3が、アップリンクポート(U/L)にノードG1およびノードG2が、それぞれ接続されている。

【0076】

ノードG3は、図1の物理ネットワークにおいて以下に示すような動作を行なう。

【0077】

(1) クライアントC3から到着したフレームを、必要に応じフォワーディング用等のタグを付加した上で、ノードG1とノードG2の一方もしくは両方に転送する。

【0078】

(2) ノードG1から到着したフレームを、必要であれば付加されているタグを削除した上で、クライアントC3とノードG2の一方もしくは両方に転送する。

【0079】

(3) ノードG2から到着したフレームを、必要であれば付加されているタグを削除した上で、クライアントC3とノードG1の一方もしくは両方に転送する。

【0080】

(4) ラーニングフレームを、ノードG1もしくはノードG2との間で送受信し、(1)から(3)に示したフレーム転送を行う際に必要なアドレス情報の交換を行う。

【0081】

(5) 高速スパニングツリープロトコルにおいて規定されているBPDUフレームを、ノードG1もしくはノードG2との間で送受信し、(1)から(4)に示した動作を行う際に必要な経路情報の交換を行う。

【0082】

ノードG4は、ノードG1と同様の構成と機能を持つノードであり、ダウンリンクポート(D/L)とアップリンクポート(U/L)を有するイーサネット(R)スイッチである。ダウンリンクポートにはクライアントを接続し、アップリンクポートにはスイッチを接続する。本実施例では、ダウンリンクポート(D/L)には何も接続されておらず、アップリンクポート(U/L)にノードG1およびノードG2が、それぞれ接続されている。

【0083】

ノードG4は、図1の物理ネットワークにおいて以下に示すような動作を行なう。

【0084】

(1) ノードG1から到着したフレームを、必要であればノードG2に転送する。

【0085】

(2) ノードG2から到着したフレームを、必要であればノードG1に転送する。

【0086】

(3) ラーニングフレームを、ノードG1もしくはノードG2との間で送受信し、(1)から(2)に示したフレーム転送動作を行う際に必要なアドレス情報の交換を行う。

【0087】

(4) 高速スパニングツリープロトコルにおいて規定されているBPDUフレ

ームを、ノードG1もしくはノードG2との間で送受信し、(1)から(3)に示した動作を行う際に必要な経路情報の交換を行う。

【0088】

クライアントC1は、パソコン、サーバ、ルータ、スイッチ、およびその他のイーサネット(R)フレームを送受信するすべての電子機器を意味する。本実施の形態においては、クライアントC1を、ICMP PINGをやり取りすることのできるパソコンと基本ソフトウェアの組合せとしてみなした場合について説明を行う。なお、ここで説明する動作は、ICMP PING以外のアプリケーションにおいても同様に行うことができる。このアプリケーションには、NetBIOSやApple Talkによるファイルやプリンタの共有のほか、TCP/IP、UDP/IP、およびこれらを利用したアプリケーションである、HTTP、TELNET、FTP、SMTP、POP、SSL等が含まれる。本構成例においては、クライアントC1は、ノードG1のダウンリンクポート(D/L)に接続されている。

【0089】

クライアントC2は、クライアントC1と同様のクライアントであり、パソコン、サーバ、ルータ、スイッチ、およびその他のイーサネット(R)フレームを送受信するすべての電子機器を意味する。本実施の形態においては、クライアントC2を、ICMP PINGをやり取りすることのできるパソコンと基本ソフトウェアの組合せとしてみなした場合について説明を行う。本構成例においては、クライアントC2は、ノードG2のダウンリンクポート(D/L)に接続されている。

【0090】

クライアントC3は、クライアントC1と同様のクライアントであり、パソコン、サーバ、ルータ、スイッチ、およびその他のイーサネット(R)フレームを送受信するすべての電子機器を意味する。本実施の形態においては、クライアントC3を、ICMP PINGをやり取りすることのできるパソコンと基本ソフトウェアの組合せとしてみなした場合について説明を行う。本構成例においては、クライアントC3は、ノードG3のダウンリンクポート(D/L)に接続されている。

【0091】

図2は、図1のネットワーク上を転送されるイーサネット(R)フレームの構成を示すブロック図である。

【0092】

IEEE 802.3イーサネット(R)フレーム60は、イーサネット(R)で利用されるフレームフォーマットであり、図2のフレームフォーマットで形成される。宛先MACアドレスには、ネットワーク制御フレームの場合、規格により、特別なMACアドレスが格納される。

図3は、図1のネットワークを流れるVLAN Tagged (VLANタグ付き)イーサネット(R)フレームの構成を示すブロック図である。

【0093】

IEEE 802.3 VLAN Taggedイーサネット(R)フレーム61は、IEEE 802.3イーサネット(R)フレーム60のVLANタグ606付きのフレームである。イーサネット(R)で利用されるフレームフォーマットであり、図3のフレームフォーマットで形成される。宛先MACアドレスには、ネットワーク制御フレームの場合、規格により、特別なMACアドレスが格納され、ネットワーク分離情報を格納するためのVLANタグ606をフレーム内に持つ。

【0094】

図4は、図3のVLAN Taggedイーサネット(R)フレームにおけるVLANタグの構成を示すブロック図である。

【0095】

VLANタグ606のフレームフォーマットを図4に示す。タグタイプ6061には、フレームがタグ付きであることを示すタグの識別IDが格納され、規格上は0x8100が格納される。優先度6062には、0d000~0d111までで、3ビット使用し、8段階のフレームの優先情報が格納される。CFI 6063は、トークンリングで利用されるソースルーティングのための経路指定情報が入っていることを示す。VLAN ID 6064は、ネットワークを分離するためのID情報が格納される。フレームを中継するノードは、本IDを参照することで、ID単位でフレームを転送する経路を制限し、ネットワーク分離を行

う。

【0 0 9 6】

図5は、図1のネットワーク上を転送されるフォワーディングタグ付きイーサネット(R)フレームの構成を示すブロック図である。

【0 0 9 7】

フォワーディングタグ付きイーサネット(R)フレーム62は、IEEE802.3イーサネット(R)フレーム60のタグ620付きのフレームである。イーサネット(R)で使用されるフレームフォーマットと同じフレームフォーマットであり、図5のフレームフォーマットで形成される。宛先MACアドレスには、ネットワーク制御フレームの場合、規格により、特別なMACアドレスが格納され、フレームを中継するための情報を格納するためのタグ620を持つことを特徴とする。タグ620の優先度・タグ識別情報6201には、フォワーディングタグを示すビットが使用される。

【0 0 9 8】

図6は、図5のフォワーディングタグ付きイーサネット(R)フレームにおけるタグ620の構成を示すブロック図である。

【0 0 9 9】

タグ620のフレームフォーマットを図6に示す。タグタイプ6061には、フレームがタグ付きであることを示すタグの識別IDが格納され、規格上と同じ0x8100が格納される。優先度・タグ識別情報6201には、0d000～0d111までで、3ビット使用し、4段階のフレームの優先情報と、タグの種類を示す情報が格納される。タグの種類には、フレームの宛先ノードを示すフォワーディングタグ、ブロードキャスト転送元の示すソースタグなど、ユーザの用途によってタグに格納する情報を定義可能である。CFI6063は、トークンリングで使用されるソースルーティングのための経路指定情報が入っていることを示す。VLAN ID6202には、タグの種類に応じた情報が格納される。

【0 1 0 0】

図7は、図1のネットワーク上を流れるラーニングフレームの構成を示すブロック図である。

【0101】

ラーニングフレーム63は、IEEE802.3イーサネット(R)フレーム60に、タグ620付きのフレームであり、宛先MACアドレスに、フレームがラーニングフレームであることを示すラーニングフレーム識別用MACアドレス631が格納されることを特徴とする。タグ620の、優先度・タグ識別情報6201には、ブロードキャストタグを示すビットが使用される。また、イーサネット(R)で使用されるフレームフォーマットと同じフレームフォーマットであり、図5と同じフレームフォーマットで形成される。

【0102】

図8は、図1のネットワークを流れるVLANタグ付きラーニングフレームの構成を示すブロック図である。

【0103】

ラーニングフレーム63は、IEEE802.3イーサネット(R)フレーム60に、タグ620付きのフレームであり、宛先MACアドレスに、フレームがラーニングフレームであることを示すラーニングフレーム識別用MACアドレス631が格納されることを特徴とする。タグ620の、優先度・タグ識別6201には、ブロードキャストタグを示すビットが使用される。また、イーサネット(R)で使用されるフレームフォーマットと同じフレームフォーマットであり、図5のフレームフォーマットにVLANタグを挿入したフォーマットで形成される。

【0104】

図9は、図1に示したノードG1（スイッチングハブ1）の構成を詳細に示したブロック図である。

【0105】

図9において、スイッチングハブ1（すなわちノードG1）は、本発明の方法及び回路構成を適用したパケットフォワーディング機構20、CPU31、メインメモリ40、コンソールI/O51を備えて構成されるイーサネット(R)スイッチである。スイッチングハブ1は、I/F(1)、I/F(2)、I/F(3)、I/F(4)に接続されるPHY15、PHY16、PHY17、PHY18、MAC11、MAC12、MAC13、MAC14を使用してイーサネット(R)

)フレームの送受信を行う。

【0106】

本発明を適用したパケットフォワーディング機構20は、受信したフレームを適切なインターフェースへ転送を行い、CPU31並びにメインメモリ40には、転送制御プログラムが格納され、パケットフォワーディング機構に制御指示を行う。

【0107】

図10は、図9に記載のパケットフォワーディング機構20の構成を詳細に示したブロック図である。

【0108】

パケットフォワーディング機構20は、従来の回路であるフレーム書換器205、フレーム合成器206、フレーム転送器207に加え、本発明の機能を搭載したフレーム解析器201、ラーニングフレーム送信管理者202、フォワーディングテーブル204、テーブルサーチ器203を備えて構成される。

【0109】

パケットフォワーディング機構20は、図2のIEEE802.3イーサネット(R)フレーム60、図3のIEEE802.3 VLAN Taggedイーサネット(R)フレーム61、図5のフォワーディングタグ付きイーサネット(R)フレーム、図6のラーニングフレーム63を、入力フレーム101として受信し、I/F(1)、I/F(2)、I/F(3)、I/F(4)に接続されるMAC11、MAC12、MAC13、MAC14へ、出力フレーム102として転送する機構を有する。

【0110】

CPU30においては、ネットワークの制御並びに機器制御のためのプログラムであるネットワーク制御プログラム304や機器制御プログラム305が動作していると共に、フレームの送信処理や後述する図16、図17、図18のフォワーディングテーブルメモリの情報の操作を行なうフォワーディングテーブル制御プログラム301が動作している。フォワーディングテーブル制御プログラム301は、同様にCPU30上で動作するラーニング管理プログラム302やス

パニングツリー制御プログラム 3 0 3 の指示により、ネットワーク制御に必要な情報を、テーブル書込情報 3 0 1 2 と、テーブル書込アドレス 3 0 1 1 を、フォワーディングテーブル 2 0 4 に対して出力することで、ネットワーク制御に必要な情報の送信並びに受信の制御を行う。

【0 1 1 1】

メインメモリ 4 0 は、図 2 3 に示した CPU 3 0 上で実行される各プログラム、および、図 2 3 に記載のメモリ複製情報 3 0 1 3 を記憶する。

【0 1 1 2】

メモリ複製情報 3 0 1 3 は、タグフォワーディングテーブルメモリ 7 0 1 3 1、ブロードキャストテーブルメモリ 7 0 1 3 2、MAC フォワーディングテーブルメモリ 7 0 1 3 3、TAG アドレス管理テーブル 7 0 1 3 4 の、4 つのテーブルを持つ。

【0 1 1 3】

タグフォワーディングテーブルメモリ 7 0 1 3 1 は、図 1 5 に記載のタグフォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 1 と同一内容のテーブルを、メインメモリ 4 0 上に作成したものである。

【0 1 1 4】

ブロードキャストテーブルメモリ 7 0 1 3 2 は、図 1 5 に記載のブロードキャストテーブルメモリ 2 0 4 1 と同一内容のテーブルを、メインメモリ 4 0 上に作成したものである。

【0 1 1 5】

MAC フォワーディングテーブルメモリ 7 0 1 3 3 は、図 1 5 に記載の MAC フォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 3 と同一内容のテーブルを、メインメモリ 4 0 上に作成したものである。

【0 1 1 6】

図 1 1 は、図 1 0 に記載のフレーム解析器 2 0 1 の構成を詳細に示したブロック図である。

【0 1 1 7】

図 1 1 のフレーム解析器 2 0 1 は、入力フレーム 1 0 1 のフレームを解析し、

転送経路を決定するためのテーブルサーチキー情報 20131、フレームヘッダ情報 20141、また制御フレームを CPU30 へ送信する機能を有する。

【0118】

フレームタイプ判定器 2011 は、入力フレーム 101 のフレームの種類、入力ポートの種類を判定する。すなわち、フレームの種類が、IEEE802.3 イーサネット(R)フレーム 60、IEEE802.3 VLAN Tagged イーサネット(R)フレーム 61、フォワーディングタグ付きイーサネット(R)フレーム、ラーニングフレーム 63 のどの種類であるかを判定する。入力ポートの種類については、図 23 の機器制御プログラム 305 から設定されるポートの属性、アップリンクポートであるかダウンリンクポートであるかの情報を元に、入力ポート番号より入力ポートの種別を判定する。判定情報は、サーチキー決定器 2013、フレームヘッダ解析器 2014 に送信する。また、入力フレーム 101 を、制御フレーム受信器 2012 並びに、フレームヘッダ解析器 2014 に送信する。

【0119】

フレームヘッダ解析器 2014 は、入力フレーム 101 の情報と、フレームタイプ判定機 111 から送信される判定情報から、フレームヘッダ情報の抽出並びに、宛先 MAC アドレス、タグの種類を判定する。

【0120】

宛先 MAC アドレスについては、通常 MAC アドレス、ネットワーク制御フレーム用の MAC アドレスか、ラーニングフレーム識別用 MAC アドレスか判定する。タグの種類については、VLAN タグ 606 であるか、フォワーディングタグ（自ノード宛、他ノード宛）であるか、ブロードキャストタグであるか判定する。これら判定情報は、サーチキー決定器 2013 に送信する。また、フレームの入力ポート情報と宛先 MAC アドレス 601、送信元 MAC アドレス 602、VLAN タグ 606、タグ 620、フレームから抽出したイーサネット(R)属性情報 603 をフレームヘッダ情報 20141、ペイロード 604 を入力フレームペイロード情報 20111 として出力する。

【0121】

サーチキー決定器 2013 は、フレームタイプ判定器 2011、フレームヘッダ解析器 2014 から送信される、フレームの種類、入力ポートの種類、宛先 MAC アドレスの種類、タグの種類の情報から、テーブルサーチに使用するキーの決定を行う。

【0122】

決定したキー情報は、テーブルサーチキー情報 20131 として出力する。
サーチキーの決定方法は、MAC 宛先アドレスがネットワーク制御フレーム用である場合、または、ラーニングフレーム識別用の MAC アドレスである場合は、CPU 宛ての転送のキーが決定され、その場合、制御フレーム受信器 2012 に対し CPU 宛転送フレームであることを通知する。

【0123】

他ノード宛のフォワーディングタグ付きイーサネット(R)フレーム 62 の場合は、タグフォワーディングテーブル並びにブロードキャストフォワーディングテーブルのサーチを行うためのキー情報、自ノード宛のフォワーディングタグ付きイーサネット(R)フレーム 62、IEEE 802.3 イーサネット(R)フレーム 60、IEEE 802.3 VLAN Tagged イーサネット(R)フレーム 61 の場合は、MAC フォワーディングテーブル並びにブロードキャストフォワーディングテーブルをサーチを行うためのキー情報を出力する。

【0124】

制御フレーム受信器 2012 は、サーチキー決定器から、CPU 宛転送フレームの指示があった場合に、フレームタイプ判定器 2011 から入力される入力フレーム 101 を CPU 宛転送フレーム 20121 として出力する。

【0125】

図 12 は、図 10 に記載のラーニングフレーム送信管理者 202 の構成を詳細に示したブロック図である。

【0126】

図 12 のラーニングフレーム送信管理者 202 は、ラーニングフレームの送信要求の管理を行い、同一フレームに対して、CPU 30 にラーニング動作要求を頻繁に行わないようにして CPU の処理負荷を下げる機能を実現する、MAC

SAテーブルキャッシュ2025を備えている。また、このラーニングフレーム送信管理者202の動作により、ラーニング動作が必要なフレームの確認並びに、CPUへラーニングフレームの送信要求を行う。

【0127】

ラーニングフレーム管理者2021は、フレーム解析器201より、フレームヘッダ情報20141を受取り、送信元MACアドレスをチェックし、ラーニングフレームの送信要求を行う。その時の動作は下記のようになる。

【0128】

フレームヘッダ情報のMAC送信元アドレスを確認後、MAC SAテーブルキャッシュ2025を読み込み、同じMAC送信元アドレスがエントリされていないかを確認する。確認後、エントリされていない場合は、送信要求器2023に、フレームヘッダ情報20141と共にラーニングフレーム送信要求20231を出力する。また、同時に、MAC送信元アドレス情報を、MAC SAテーブルキャッシュ2025にエントリする。なお、確認時、同一のMAC宛先アドレスがエントリされていた場合は、送信要求を出力しない。

【0129】

また、MAC SAテーブルキャッシュ2025を、エージング要求受付器2022からの要求により、ゼロクリアする機能を持つ。

【0130】

図13は、図12に記載のMAC SAテーブルキャッシュ2025の構成を詳細に示したブロック図である。

【0131】

MAC SAテーブルキャッシュ2025は、図13に示すように、フレームのMAC送信元アドレスを格納する機能を持ち、受信フレームのMAC送信元アドレス情報を保持する。このMAC SAテーブルキャッシュ2025には、新規フレームが受信された時にそのフレームのMAC送信元アドレスがMAC SA情報として格納される。2回目の受信時、同一情報が存在している際は、MAC送信元アドレスはエントリに格納されない。

【0132】

送信要求器 2023 は、CPU 30 にラーニングフレームの送信要求を行う。ラーニングフレーム管理者 2021 から、ラーニングフレームの送信要求があった際、CPU 30 にラーニングフレームの送信処理を実行させるために、ラーニングフレーム送信要求 20231 を出力する。

【0133】

エージング要求受付器 2022 は、CPU 30 からの、ラーニングエージング要求 3021 の受け付けを行う。ラーニングエージング要求 3021 を受信すると、ラーニングフレーム管理者 2021 に、MAC SA テーブルキャッシュ 2025 のエントリを全てクリアする処理要求を行う。

【0134】

図 14 は、図 10 に記載のテーブルサーチ器 203 の構成を詳細に示したブロック図である。

【0135】

図 14 のテーブルサーチ器 203 は、フレームの転送先を決定する機能を有し、テーブル管理者 2031 と、情報比較器 2032 を備えて構成される。

【0136】

テーブル管理者 2031 は、テーブルサーチキー情報 20131 に従い、転送先の検索のためのフォワーディングテーブル 204 のテーブルサーチを行う。

【0137】

フレームヘッダ情報 20141 は、テーブルサーチ器 203 からフレームヘッダの書換えを行うフレーム書換器 205 へ出力される。

【0138】

また、テーブルサーチ器 203 は、テーブルサーチキー情報 20131 から、タグフォワーディングテーブルメモリ 2041、MAC フォワーディングテーブルメモリ 2043、ブロードキャストフォワーディングテーブルメモリ 2042 へのサーチの指示を入力する。複数のサーチキーの情報が入力された場合には、タグフォワーディングテーブル＞MAC フォワーディングテーブル＞ブロードキャストフォワーディングテーブルの優先順位で各テーブルへのサーチを行う指示をテーブル読込アドレス 20311 として、フォワーディングテーブル 204 に出

力する。

各テーブルのサーチの結果については、情報比較器 2032 から、検索ヘッダ情報とテーブルエントリ情報が一致した際にはヒット情報、異なった際にはミスヒット情報を受取り、ヒットするまで、同じテーブル上の異なるアドレスへのサーチまたは、次の優先順位のテーブルへのサーチ指示を、フォワーディングテーブル 204 に対して行う。また、MAC フォワーディングテーブル参照時にヒットした際には、エントリヒット情報 20312 を出力し、テーブルメモリ読込制御回路 2046 を介して、図 19 のエージング管理テーブル 2044 に対して、ヒットした参照アドレスをメモリアドレスとして、エントリ種別が MAC→Tag の際には、MAC-Tag エントリ管理情報、MAC→Port の際には、MAC-Port エントリ管理情報のエントリへエントリヒット情報 20312 を格納する。

【0139】

また、フレームヘッダ情報 20141 から、テーブルのサーチ対象となるヘッダ情報を抜きだし、フォワーディングテーブル 204 から得たテーブル情報と比較するために、情報比較器 2032 へ出力する。出力するヘッダ情報は、タグフォワーディングテーブルメモリ 2041 へのサーチを行う際は VLAN ID タグ情報 6202、MAC フォワーディングテーブルメモリ 2043 へサーチを行う際は送信先 MAC アドレス 601 と VLAN タグ 606、ブロードキャストフォワーディングテーブルメモリ 2042 へサーチを行う際は、VLAN ID タグ情報 6202 と VLAN ID 6064 を出力する。なお、自ノード宛のフォワーディングタグ付きイーサネット(R)フレームの場合にのみ、情報比較器 2032 へ、タグ制御情報 20322 として、タグ削除の出力を行うように指示を行う。

【0140】

情報比較器 2032 は、テーブル管理者 2031 がフォワーディングテーブル 204 へサーチを行った結果と、サーチ対象となるヘッダ情報の比較を行い、出力ポートの決定を行う。前述の通り、テーブル管理者 2031 からは、各テーブルサーチに応じて、フレームの入力ポート情報並びに、VLAN ID・タグ情

報 6202、送信先MACアドレス601、VLANタグ606、VLAN ID 6064のヘッダ情報を受取り、テーブル管理者2031がフォワーディングテーブル204へテーブル読込指示を行った結果をテーブル情報20451として受取り、各テーブルの種類に応じて情報比較とエントリ情報の出力並びに、出力ポート情報20321の出力を行う。また、出力ポート情報20321の出力時には、入力ポート情報と比較し、同じポート情報であった際には、フレームのループを防止するために出力ポート情報を出力せず、フレームは廃棄する。下記に各テーブル参照時における動作内容を示す。

【0141】

タグフォワーディングテーブルメモリ2041への参照時は、ヘッダ情報は、VLAN ID・タグ情報6202が、参照するメモリアドレスとなっているため、情報比較を行う必要はない。図17のタグフォワーディングテーブルメモリ2041の出力ポート情報、障害時出力ポート情報を出力ポート20321へ出力する。なお、エントリがない場合は、テーブル管理者2031に対して、エントリミスヒットの情報を出力する。

【0142】

MACフォワーディングテーブルメモリ2043への参照時は、検索ヘッダ情報と、図16のMACフォワーディングテーブルメモリ2043のテーブルエントリ上のMAC送信先アドレス、送信先1段目TAG情報を比較し、一致した場合は、テーブルエントリに記載されている出力ポート情報、障害出力ポート情報は出力ポート情報20321へ出力、タグ情報はタグ情報20321、タグ制御情報はタグ制御情報20322として出力する。一致しなかった際には、テーブル管理者2031に対して、エントリミスヒットの情報を出力する。

【0143】

ブロードキャストフォワーディングテーブルメモリ2042への参照時は、ヘッダ情報は、VLAN ID・タグ情報6202、またはVLAN ID 6064が、参照するメモリアドレスとなっているため、情報比較を行う必要はない。図18のブロードキャストフォワーディングテーブルメモリ2042の複数出力ポート情報は、複数出力ポート情報として登録されていないポート番号が入力ポー

ト情報と一致していないか確認後、一致していた場合はフレームは廃棄、一致していない場合は、出力ポート情報 2 0 3 2 1 として出力する。なお、参照メモリアドレス先にエントリがない場合は、テーブル管理者 2 0 3 1 に対して、エントリミスヒットの情報を出力する。

【0 1 4 4】

図 1 5 は、図 1 0 に記載のフォワーディングテーブル 2 0 4 の構成を詳細に示したブロック図である。

【0 1 4 5】

図 1 5 のフォワーディングテーブル 2 0 4 には、フレームを転送するための情報がテーブル情報として格納される。

【0 1 4 6】

テーブルメモリ読込制御回路 2 0 4 6 は、テーブルサーチ器 2 0 3 より、読込対処とするテーブルアドレスの読込を行い、その結果を出力する。各テーブルに対する読込処理は下記のように動作する。

【0 1 4 7】

(1) 図 1 7 のタグフォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 1 への読込時は、テーブル読込アドレスとして、V L A N I D ・ タグ情報 6 2 0 2 を受取り、その情報と同じメモリアドレスを参照し、そこにエントリされている、出力ポート情報、障害時出力ポート情報をメモリ情報出力回路 2 0 4 5 へ出力する。

【0 1 4 8】

(2) 図 1 6 の M A C フォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 3 への読込時は、テーブル読込アドレスを受信した後、そのアドレスをメモリアドレスとし、図 1 9 に示すエイジング管理テーブル 2 0 4 4 の参照を行い、M A C - T a g エントリ管理情報、M A C - P o r t エントリ管理情報を参照する。その後、2 つのエントリが双方共にエントリ無効でなければ、同じメモリアドレスを用いて、M A C フォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 3 へアクセスし、テーブル情報を読み込み、テーブルエントリ情報をメモリ情報出力回路 2 0 4 5 へ出力する。なお、2 つのエントリが双方ともにエントリ無効の場合は、M A C フォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 3 は参照せず、エントリが無い事をエントリヒット情報 2 0

312として出力する。

【0149】

(3) 図18のブロードキャストフォワーディングテーブルメモリ2042への読込時は、テーブル読込アドレスとして、VLAN ID・タグ情報6202または、VLAN ID6064を受取り、その情報と同じメモリアドレスを参照し、そこにエントリされている、出力ポート情報、障害時出力ポート情報をメモリ情報出力回路2045へ出力する。

【0150】

メモリ情報出力回路2045は、テーブルメモリ読込制御回路2046が読込みを行ったテーブルエントリ情報を、テーブル情報20451として、テーブルサーチ器203へ出力する。

【0151】

図16は、図15に記載のMACフォワーディングテーブルメモリ2043の構成を詳細に示したブロック図である。

【0152】

MACフォワーディングテーブルメモリ2043は、図16のテーブル構成で各エントリが格納され、IEEE802.3イーサネット(R)フレーム、IEEE803.3 VLAN Taggedイーサネット(R)フレームの転送先情報を格納するために使用される。メモリアドレス範囲は任意で、エージング管理テーブル2044と同じメモリアドレス範囲を持つ。本ブロック構成では一例として、0x00000~0x7FFFFまでもち、最大8388607まで格納可能である。MAC宛先アドレスには、フレームの宛先MACアドレス601、宛先1段目TAG情報には、フレームのVLANタグ606に相当する物が格納される。また、エントリ種別して、タグ620を付与処理が発生するエントリを示すMAC→Tagと、タグ処理が発生しないMAC→Portの2種類のエントリ種別が管理される。出力ポート情報には転送先のポート番号、障害時出力ポート番号には、障害発生時の出力ポート番号、TAG制御情報には、フレームへのタグ挿入動作の有無、TAG情報には、タグ挿入時に挿入されるタグ情報が格納される。

【0153】

図17は、図15に記載のタグフォワーディングテーブルメモリ2041の構成を詳細に示したブロック図である。

【0154】

タグフォワーディングテーブルメモリ2041は、図17のテーブル構成で各エントリが格納され、フォワーディングタグ付きフレームの転送先情報を格納するために使用される。メモリアドレス範囲は、0x0000～0x1000で、最大で4096エントリ格納される。出力ポート情報にはフレームの転送先ポート番号、障害時出力ポート情報は、出力ポートが障害している時に転送するポート情報が格納される。

【0155】

図18は、図15に記載のブロードキャストテーブルメモリ2042の構成を詳細に示したブロック図である。

【0156】

ブロードキャストフォワーディングテーブルメモリ2042は、図18のテーブル構成で各エントリが格納され、ブロードキャストタグ付きイーサネット(R)フレーム並びに、IEEE802.3イーサネット(R)フレーム、IEEE803.3 VLAN Taggedイーサネット(R)フレームのブロードキャスト転送先情報を格納するために使用される。メモリアドレス範囲は、0x0000～0x1000で、最大で4096エントリ格納される。複数出力ポート情報には、ブロードキャスト転送を行ってもよい複数のポート番号が格納される。

【0157】

図19は、図15に記載のエイジング管理テーブル2044の構成を詳細に示したブロック図である。

【0158】

エイジング管理テーブル2044は、図19の構成で各エントリが格納され、MACフォワーディングテーブルメモリ2043のエントリのアクセス状況の管理、エントリの有無を管理するために使用される。メモリアドレス範囲は任意で、MACフォワーディングテーブルメモリ2044と同じメモリアドレス範囲を

持つ。MAC-TAG エントリ管理情報には、MAC フォワーディングテーブルメモリのエントリ種別がMAC→Tag であるエントリのアクセス状況並びにエントリ有無情報が格納され、ノーヒットは使用されていないエントリ、ヒットは転送に使用されたエントリ、エントリ無効はエントリが無効であること、エントリ保護はエントリ削除できないことを示す。同様に、MAC-Port エントリ管理情報には、MAC フォワーディングテーブルメモリのエントリ種別が、MAC→Port であるエントリのアクセス状況並びにエントリ有無情報が格納される。

【0159】

エージング制御器 2 0 4 7 は、エージング管理テーブル 2 0 4 4 のエントリに対してエージング動作を行う。エージングは下記のように動作する。CPU 3 0 からMAC/TAG エージング制御 3 0 2 2 として、MAC→Port または、MAC-Tag どちらのエントリ種別にエージングを掛けるかの情報と共にエージング要求を受付ける。要求を受付けると、エージング管理テーブル 2 0 4 4 にアクセスし、対象のエントリ種別の情報を全て読み込み、エントリ上、ヒットで格納されている物はノーヒットへのエントリ内容の変更、ノーヒットで格納されている物は、エントリ無効へのエントリ内容の変更を行うと共に、そのメモリアドレスを、CPU 3 0 へ通知する。

【0160】

テーブルメモリ書込制御回路は 2 0 4 8 は、各テーブルへのエントリの書込み動作を行う。テーブル書込アドレス 3 0 1 1 から、MAC フォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 3、タグフォワーディングテーブル 2 0 4 1、ブロードキャストテーブルメモリ 2 0 4 2 の何れかのメモリアドレスが入力されると、そのメモリアドレスに対し、テーブル書込情報 3 0 1 2 をテーブルエントリとして、書込む。

【0161】

図 2 0 は、図 1 0 に記載のフレーム書換器 2 0 5 の構成を詳細に示したブロック図である。

【0162】

図20のフレーム書換器205は、フレームのヘッダ内容を書換え動作を行う。

【0163】

フレームヘッダバッファ2054は、フレームのヘッダ情報の格納並びに、書換えのためのバッファとして使用される。フレームヘッダ情報20141の情報は、フレームヘッダバッファ2054へ入力され、フレームヘッダに対して、タグの挿入削除が、タグ挿入器2052、タグ削除器2053によって行われた後、書換えられたフレームヘッダを書換後フレームヘッダ情報20541として出力する。なお、タグ挿入器2052、タグ削除器2053からの操作がない場合は、フレームヘッダ情報141をそのまま、書換後フレームヘッダ情報20541として出力する。

【0164】

タグ制御器2051は、フレームのヘッダに対して、タグの挿入並びに削除の制御を行う。テーブルサーチ器203より、フレームのヘッダ書換え処理が必要なフレームの場合は、タグの操作情報をタグ制御情報20322、タグの処理に必要なタグ情報をタグ情報20321として受取る。そのタグ制御情報20322がタグ挿入指示の場合、フレームヘッダにタグ情報20321を挿入するために、タグ情報20321をタグ挿入器2052に出力する。また、タグ削除指示の場合は、フレームヘッダのタグ情報を削除するために、タグ削除指示をタグ削除器2053へ出力する。

【0165】

タグ挿入器2052は、フレームのヘッダにタグの挿入を行う。タグ制御器2051から、タグ情報20321を受取ると、フレームヘッダバッファ2054に格納されている、フレームヘッダ情報20141に対し、タグの挿入動作を行う。

【0166】

タグ削除器2053は、フレームのヘッダにタグの削除を行う。タグ制御器2051から、タグ削除指示を受取ると、フレームヘッダバッファ2054に格納されている、フレームヘッダ情報20141に対し、タグの削除動作を行う。

【 0 1 6 7 】

図 2 1 は、図 1 0 に記載のフレーム合成器 2 0 6 の構成を詳細に示したブロック図である。

【 0 1 6 8 】

図 2 1 のフレーム合成器 2 0 6 は、書換え後のフレームヘッダと、フレームペイロード情報の合成を行い、出力可能なフレームの再構築を行う。

【 0 1 6 9 】

入力フレームヘッダ情報制御バッファ 2 0 6 2 には、書換後のフレームヘッダ情報が格納される。書換後フレームヘッダ情報 2 0 5 4 1 を受信した際は、フレーム組立器 2 0 6 4 へ、フレームヘッダ情報引取り可能状態を通知する。

【 0 1 7 0 】

入力フレームペイロード情報制御バッファ 2 0 6 3 には、フレームのペイロード情報が格納される。入力フレームペイロード情報 2 0 1 1 1 を受信した際は、フレーム組立器 2 0 6 4 へ、フレームペイロード情報引取り可能状態を通知する。

【 0 1 7 1 】

フレーム組立器 2 0 6 4 は、フレームのヘッダ情報とペイロード情報を組立てを行う。入力フレームヘッダ情報制御バッファ 2 0 6 2、入力フレームペイロード情報制御バッファ 2 0 6 3 から、情報引取り通知を受取ると、バッファより、ヘッダ情報並びにペイロード情報を読み出し、フレームヘッダとペイロード情報を合成し、出力フレーム情報 2 0 6 4 1 として出力する。

【 0 1 7 2 】

図 2 2 は、図 1 0 に記載のフレーム転送器 2 0 7 の構成を詳細に示したブロック図である。

【 0 1 7 3 】

図 2 2 のフレーム転送器 2 0 7 は、出力ポート情報に基づき、フレームの転送を行う。

【 0 1 7 4 】

フレーム転送指示器 2 0 7 2 は、指定の出力ポート先へフレームの転送を行う

。テーブルサーチ器 203 から出力ポート情報 20321 を受取ると、出力フレームバッファ 2073 に格納されているフレームを、その出力ポート番号のポートへ、出力フレーム 102 として出力し、その際、出力ポート番号が CPU 宛てを示している場合は、CPU 宛転送 20121 としてフレームを出力する。

【0175】

また、CPU からのフレーム送信要求の際に使用される、CPU 転送フレーム制御器 2071 から、CPU 転送フレーム情報 3041 並びに、CPU 転送フレーム出力ポート情報 3042 を受信すると、指定のポート番号へ、CPU 転送フレーム情報 3041 を出力フレーム 102 として出力する

出力フレームバッファ 2073 には、フレーム合成器 206 によって組立てられた出力フレーム情報 20641 が格納され、バッファ内のフレームは、フレーム転送指示器 2072 によって、出力フレーム 102 として出力される。

【0176】

CPU 転送フレーム制御器 2071 は、CPU 30 から、転送したいフレーム情報を CPU 転送フレーム情報 3041、転送する出力ポート情報を CPU 転送フレーム出力ポート情報 3042 として、受信し、フレーム転送指示器 2072 へ、フレーム転送の指示を行う。

【0177】

図 23 は、図 10 に示す CPU 30 内でソフトウェアにより実現される処理の構成を表すブロック図である。

【0178】

ネットワーク制御プログラム 304 は、以下に述べる 3 つの動作を行う。

【0179】

(1) 制御フレーム受信器 2012 より送信される、CPU 宛転送フレームを受信し、受信したフレームの宛先 MAC アドレスに応じて、当該フレームを機器制御プログラム 305、ラーニング管理プログラム 302、もしくはスパニングツリー制御プログラム 303 に転送する。

【0180】

(2) (1) と同時に、必要に応じて CPU 転送フレーム出力ポート情報 30

4 2 および C P U 転送フレーム情報 3 0 4 1 を用いて、(1)において受信したフレームを再転送する。

【0 1 8 1】

(3) 機器制御プログラム 3 0 5、ラーニング管理プログラム 3 0 2、もしくはスパニングツリー制御プログラム 3 0 3 より送信要求されたフレームを、C P U 転送フレーム出力ポート情報 3 0 4 2 および、C P U 転送フレーム情報 3 0 4 1 に書き出す。

【0 1 8 2】

ネットワーク制御プログラム 3 0 4 において、C P U 宛転送フレーム 2 0 1 2 1 として受信したフレームの宛先 M A C アドレスが 0 0 - 0 0 - 4 C - 0 0 - 0 0 - 0 0 であった場合には、当該フレームをラーニング管理プログラム 3 0 2 に転送すると同時に、C P U 転送フレーム出力ポート情報 3 0 4 2 および C P U 転送フレーム情報 3 0 4 1 を用いて、当該フレームをブロードキャスト転送する。

【0 1 8 3】

ネットワーク制御プログラム 3 0 4 において、C P U 宛転送フレーム 2 0 1 2 1 として受信したフレームの宛先 M A C アドレスが 0 1 - 8 0 - C 2 - 0 0 - 0 0 - 0 0 であった場合には、当該フレームをスパニングツリー制御プログラム 3 0 3 に転送する。

【0 1 8 4】

ネットワーク制御プログラム 3 0 4 において、C P U 宛転送フレーム 2 0 1 2 1 として受信したフレームの宛先 M A C アドレスが上記以外のアドレスであった場合には、当該フレームを機器制御プログラム 3 0 5 に転送する。

【0 1 8 5】

スパニングツリー制御プログラム 3 0 3 は、以下に挙げる 3 つの動作を行う。

【0 1 8 6】

(1) 高速スパニングツリープロトコル (I E E E 8 0 2 . 1 W) もしくはスパニングツリープロトコル (I E E E 8 0 2 . 1 D) に基づき、隣接するノードとネットワーク制御プログラム 3 0 4 を通じて B P D U フレームを交換して、スパニングツリー構築を行う。なお、ツリー構築に際して必要な設定は、機器制御

プログラム 305 によって行われる。

【0187】

(2) (1) により構築したスパニングツリーのポート情報 (Alternate Port, Root Port, Designated Port 等) より、フォワーディングテーブル制御プログラム 301 を通じて、タグフォワーディングテーブルメモリ 2041 および、ブロードキャストフォワーディングテーブル 2042、さらに、これら 2 つのメモリのソフトウェア側での複製である、メモリ複製情報 3013 を設定する。

【0188】

(3) BPDU の交換により、もしルートポートの変更を検知した場合には、ラーニング管理プログラム 302 に対して、ルートポート変更 (イベント 14) を通知する。

【0189】

機器制御プログラム 305 は、コンソール I/O 51、もしくはネットワーク制御プログラム 304 を経由して提供する TELNET、SSH および HTTP 等を用いた設定インタフェースを通じて設定を受け付け、設定情報をラーニング管理プログラム 302、スパニングツリー制御プログラム 303、および、ポート構成情報 3051 を通じてフレームタイプ判定器 2011 に通知する。

【0190】

フォワーディングテーブル制御プログラム 301 は、以下の動作を行う。

【0191】

(1) スパニングツリー制御プログラム 303 からの指示により、テーブル書込情報 3012 およびテーブル書込アドレス 3011 を用いて、タグフォワーディングメモリ 2041 およびブロードキャストフォワーディングテーブルメモリ 2042 に対してエントリ書込もしくはエントリ置換を行う。

【0192】

(2) (1) と同時に、メモリ複製情報 3013 を用いて、ソフトウェアテーブルに対してもエントリ書込もしくはエントリ置換を行う。

【0193】

(3) ラーニング管理プログラム 3 0 2 からの指示により、テーブル書込情報 3 0 1 2 およびテーブル書込アドレス 3 0 1 1 を用いて、MAC フォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 3 に対してエントリ書込もしくはエントリ置換を行う。

【0 1 9 4】

(4) (3) と同時に、メモリ複製情報 3 0 1 3 を用いて、ソフトウェアテーブルに対してもエントリ書込もしくはエントリ置換を行う。

【0 1 9 5】

(5) ラーニング管理プログラム 3 0 2 からの指示により、メモリ複製情報 3 0 1 3 を用いて、ソフトウェアテーブルに対してエントリ検索を行う。

【0 1 9 6】

(6) ネットワーク制御プログラム 3 0 4 からの指示により、メモリ複製情報 3 0 1 3 を用いて、ソフトウェアテーブルに対してエントリ検索を行う。

【0 1 9 7】

ラーニング管理プログラム 3 0 2 は、ラーニングフレーム送信要求 2 0 2 3 1、タイマ 3 0 6 からのエージングトリガ、ネットワーク制御プログラム 3 0 4 からのラーニングフレーム、そしてスパニングツリー制御プログラム 3 0 3 からのスパニングツリー変更通知を受信し、以下に示すイベントを起動し、MAC フォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 3 およびその複製情報の登録、置換、削除を行う。

【0 1 9 8】

(1) ラーニングフレーム送信要求 2 0 2 3 1 がラーニング管理プログラム 3 0 2 に到着すると、イベント 0 1 を起動する。

【0 1 9 9】

(2) ネットワーク制御プログラム 3 0 4 からラーニングフレームがラーニング管理プログラム 3 0 2 に到着すると、イベント 0 3 を起動する。

【0 2 0 0】

(3) タイマ 3 0 6 からのポートラーニングエージングトリガがラーニング管理プログラム 3 0 2 に到着すると、イベント 1 2 が起動する。

【0 2 0 1】

(4) タイマ 306 からのタグラーニングエージングトリガがラーニング管理プログラム 302 に到着すると、イベント 13 が起動する。

【0202】

(5) スパニングツリー制御プログラム 303 よりラーニング管理プログラム 302 にルートノード変更通知が到着すると、イベント 14 を起動する。

【0203】

(6) 機器制御プログラム 305 より初期化要求が到着すると、イベント 00 を起動する。

【0204】

タイマ 306 は、機器制御プログラム 305 が設定した時間ごとに、ポートラーニングエージングトリガもしくは、タグラーニングエージングトリガを生成し、ラーニング管理プログラム 302 に通知する。

【0205】

図 24 は、図 23 に示すメモリ複製情報 3013 に含まれる、TAG アドレス管理テーブル 70134 の構成を示す表である。

【0206】

TAG アドレス管理テーブル 70134 は、送信先 1 段目 TAG 情報および、テーブル格納アドレスの、2 つの欄で構成されている。

【0207】

送信先 1 段目 TAG 情報には、TAG アドレス管理テーブル 70134 の検索キーとなる、TAG が記載されている。この TAG に含まれる VLAN ID は、すべて偶数とする。もし奇数の ID を登録する場合は、登録しようとする ID 値から 1 を減算し、偶数アドレスで登録および検索を行う。

【0208】

テーブル格納アドレスには、送信先 1 段目 TAG 情報に記載されている TAG が含まれるエントリの、MAC フォワーディングテーブルメモリ 70133 におけるアドレスが記載される。この欄に記載できるアドレスの数については、特に制限を設けない。

【0209】

図 2 5 は、図 2 3 に示すラーニング管理プログラム 3 0 2 における、イベント 0 1 の動作を詳細に説明した流れ図である。

【 0 2 1 0 】

イベント 0 1 は、ラーニングフレーム送信要求 2 0 2 3 1 がラーニング管理プログラム 3 0 2 に到着すると起動される。このイベントは、MAC D A とタグより、送信先ポートを検索できるよう、MAC フォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 3 およびそのメインメモリ 4 0 上での複製情報である MAC フォワーディングテーブルメモリ 7 0 1 3 3 に、エントリを追加するためのソフトウェア処理である。

【 0 2 1 1 】

ステップ N 0 1 0 1 において、イベント 0 1 の処理が開始される。ラーニング管理プログラムからは、フレームアナライザによる判定結果、フレームが入力されたポート、送信元 MAC アドレス、タグ情報が通知される。ステップ N 0 1 0 2 に移る。

【 0 2 1 2 】

ステップ N 0 1 0 2 において、フォワーディングテーブル制御プログラム 3 0 1 を通じて MAC フォワーディングテーブルメモリ 7 0 1 3 3 を検索し、これから登録しようとしている情報がすでに前記テーブルに記載されていないか調べる。もし検索がヒットした場合は処理を終了し、ミスヒットの場合はステップ N 0 1 0 3 に移る。

【 0 2 1 3 】

ステップ N 0 1 0 3 において、ステップ N 0 1 0 1 で通知されたフレームアナライザ判定結果を調べ、もしラーニングしようとしているフレームがアップリンク側から入力されたものである場合は、ステップ N 0 1 0 5 に移る。もしダウンリンクからの入力であれば、ステップ N 0 1 0 4 に移る。

【 0 2 1 4 】

ステップ N 0 1 0 4 において、イベント 1 1 を起動し、ラーニングフレームを他のノードにブロードキャストする。イベント起動時には、ステップ N 0 1 0 1 で通知された送信元 MAC アドレスとタグ情報を通知する。この後、ステップ N

0105に移る。

【0215】

ステップN0105において、フォワーディングテーブル制御プログラム301を通じて、メモリ複製情報3013としてメインメモリ40に上にあるMACフォワーディングテーブルメモリ70133にエントリを追加する。この際、MAC送信先アドレスにはステップN0101で受信した送信元MACアドレス、送信先1段目TAG情報にはステップN0101で受信したタグ情報、出力ポート情報にはステップN0101で通知された入力ポートを設定する。この後、ステップN0106に進む。

【0216】

ステップN0106において、フォワーディングテーブル制御プログラム301を通じて、MACフォワーディングテーブルメモリ2043にエントリを追加する。この際、MAC送信先アドレスにはステップN0101で受信した送信元MACアドレス、送信先1段目TAG情報にはステップN0101で受信したタグ情報、出力ポート情報にはステップN0101で通知された入力ポートを設定する。これでイベント01の処理を終了する。

【0217】

図26は、図23に示すラーニング管理プログラム302における、イベント11の動作を詳細に説明した流れ図である。

【0218】

イベント11は、イベント01もしくはイベント05において、ラーニングフレームを送信する場合に起動される。このイベントは、MACDAとタグより、付加すべきタグを検索できるよう、MACフォワーディングテーブルメモリ2043およびそのメインメモリ40上での複製情報であるMACフォワーディングテーブルメモリ70133に、エントリを追加するためのソフトウェア処理の一環である。

【0219】

ステップN1101において、イベント11の処理が開始される。起動時には、送信元MACアドレス、およびタグが通知される。ステップN1102に移る

。

【 0 2 2 0 】

ステップ N 1 1 0 2 において、フォワーディングテーブル制御プログラム 3 0 1 を通じて、メモリ複製情報 3 0 1 3 としてメインメモリ 4 0 に上にあるブロードキャストフォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 2 を検索し、ラーニングフレームの出力先ポートを検索する。もし検索がミスヒットした場合は処理を終了して、イベント 1 1 起動元のイベントプロシージャに戻る。ヒットの場合はステップ N 1 1 0 3 に移る。

【 0 2 2 1 】

ステップ N 1 1 0 3 において、ネットワーク制御プログラム 3 0 4 、CPU 転送フレーム出力ポート情報 3 0 4 2 、および CPU 転送フレーム情報 3 0 4 1 を用いて、CPU 転送フレーム制御器 2 0 7 1 に対して、ステップ N 1 1 0 2 で検索されたポートに対して、自ノードアドレスを記載したソースタグ、並びにステップ N 1 1 0 1 で渡された VLAN タグを付加した、ラーニングフレームの送信を要求する。これでイベント 1 1 の処理を終了し、イベント 1 1 起動元のイベントプロシージャに戻る。

【 0 2 2 2 】

図 2 7 は、図 2 3 に示すラーニング管理プログラム 3 0 2 における、イベント 0 3 の動作を詳細に説明した流れ図である。

【 0 2 2 3 】

イベント 0 3 は、ネットワーク制御プログラム 3 0 4 からラーニングフレームがラーニング管理プログラム 3 0 2 に到着した時に起動される。このイベントは、MAC DA とタグより、付加するタグを検索できるよう、MAC フォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 3 およびそのメインメモリ 4 0 上での複製情報である MAC フォワーディングテーブルメモリ 7 0 1 3 3 に、エントリを追加するためのソフトウェア処理である。

【 0 2 2 4 】

ステップ N 0 3 0 1 において、イベント 0 3 の処理が開始される。起動時には、フレームアナライザ判定結果、入力ポート、MAC アドレス、タグ 1、および

タグ 2 が通知される。ステップ N0302 に移る。

【0225】

ステップ N0302 において、フォワーディングテーブル制御プログラム 301 を通じて、メモリ複製情報 3013 としてメインメモリ 40 に上にある、タグ フォワーディングテーブルメモリ 70131 を検索し、タグ 1 に対する出力先ポートを検索する。もし検索がミスヒットした場合は処理を終了する。ヒットの場合はステップ N0303 に移る。

【0226】

ステップ N0303 において、フォワーディングテーブル制御プログラム 301 を通じて、メモリ複製情報 3013 としてメインメモリ 40 に上にある、MAC フォワーディングテーブルメモリ 2043 を検索し、ステップ N0301 で通知された MAC アドレスおよびタグ 2 に対する付加タグ、出力ポート、予備出力ポートを検索する。もし検索がミスヒットした場合はステップ N0305 に進む。。ヒットの場合はステップ N0304 に移る。

【0227】

ステップ N0304 において、ステップ N0302 で検索された出力ポートおよび予備出力ポートと、ステップ N0303 で検索された出力ポートおよび予備出力ポート、さらに、ステップ N0301 で通知されたタグ 1 と、すてぷ N0303 で検索された付加タグが一致していることを確認する。完全な一致が見られる場合は、処理を終了し、それ以外の場合は、ステップ N0305 に進む。

【0228】

ステップ N0305 において、フォワーディングテーブル制御プログラム 301 を通じて、メモリ複製情報 3013 としてメインメモリ 40 に上にある MAC フォワーディングテーブルメモリ 70133 にエントリを追加する。この際、MAC 送信先アドレスにはステップ N0301 で受信した MAC アドレス、タグにはステップ N0301 で受信したタグ、出力先ポートおよび予備出力ポートは、ステップ N0303 で検索したポート、付加するタグにはステップ N0301 で通知されたフォワーディングタグを付加する。ステップ N0306 に進む。

【0229】

ステップN0306において、フォワーディングテーブル制御プログラム301を通じて、MACフォワーディングテーブルメモリ2043にエントリを追加する。この際、MAC送信先アドレスにはステップN0301で受信したMACアドレス、タグにはステップN0301で受信したタグ、出力先ポートおよび予備出力ポートは、ステップN0303で検索したポート、付加するタグにはステップN0301で通知されたフォワーディングタグを付加する。ステップN0307もしくはステップN0308に進む。

【0230】

ステップN0307において、フォワーディングテーブル制御プログラム301を通じて、メモリ複製情報3013としてメインメモリ40に上にあるTAGアドレス管理テーブル70134よりエントリを削除する。この際、インデックスタグにはステップN0301で受信したタグ1、メモリアドレスにはステップN0303で得たエントリアドレスを指定する。ステップN0308に進む。

【0231】

ステップN0308において、フォワーディングテーブル制御プログラム301を通じて、メモリ複製情報3013としてメインメモリ40に上にあるTAGアドレス管理テーブル70134にエントリを追加する。この際、インデックスタグにはステップN0303で検索した付加タグ、メモリアドレスにはステップN0305で得たエントリアドレスを指定する。ただし、付加タグの値は常に偶数とする。これで、イベント03の処理を終了する。

【0232】

図28は、図23に示すラーニング管理プログラム302における、イベント12の動作を詳細に説明した流れ図である。

【0233】

イベント12は、タイマ306よりタイマイイベントが発生されることにより起動する。このイベントは、MACフォワーディングテーブルメモリ2043およびそのメインメモリ40上での複製情報であるMACフォワーディングテーブルメモリ70133に記載されたエントリのうち、MACDAとタグより送信先ポートを検索するためのエントリに対して、エージング処理を行うためのソフトウ

エア処理の一環である。

【0234】

ステップN1201において、イベント12の処理が開始される。起動時には、オフセットアドレスが通知される。ステップN1202に移る。

【0235】

ステップN1202において、ラーニングエージング要求3021および、MAC/TAGエージング要求3022により、ハードウェア側のMACフォワーディングテーブルメモリ2043およびMACSAテーブルキャッシュ2025に対してエージング要求を行う。ステップN1203に移る。

【0236】

ステップN1203において、タイマ306に対して、機器制御プログラム305を通じて指定された時間後に、イベント12の発生を予約する。このとき、メモリオフセットアドレスも登録する。これで、イベント12の処理を終了する。

【0237】

図29は、図23に示すラーニング管理プログラム302における、イベント05の動作を詳細に説明した流れ図である。

【0238】

イベント05は、イベント12でMAC/TAGエージング制御3022を通じてエージング要求を行った後、MAC/TAGエージング制御3022よりエージング完了通知が到着することによって起動する。このイベントは、MACフォワーディングテーブルメモリ2043およびそのメインメモリ40上での複製情報であるMACフォワーディングテーブルメモリ70133に記載されたエントリのうち、MACDAとタグより送信先ポートを検索するためのエントリに対して、エージング処理を行うためのソフトウェア処理の一環である。

【0239】

ステップN0501において、イベント05の処理が開始される。起動時には、リザルトコード、オフセットアドレス、およびビットマップが通知される。ステップN0502に移る。

【0240】

ステップN0502において、ステップN0501で通知されたオフセットおよびビットマップより、エントリアドレスを生成する。ステップN0503に移る。

【0241】

ステップN0503において、ステップN0502で生成したエントリアドレスのエントリを、フォワーディングテーブル制御プログラム301を通じて、メモリ複製情報3013としてメインメモリ40に上にあるMACフォワーディングテーブルメモリ70133より削除する。

【0242】

ステップN0502およびステップN0503の処理を、ステップN0501で削除処理対象として通知された全アドレスに対して行う。全アドレスに対する処理が完了すると、ステップN0504に移る。

【0243】

ステップN0504において、MACフォワーディングテーブルメモリ70133内の、PTYPE=1と設定されている全エントリに対して、イベント11を起動してラーニングフレームを送信する。イベント11に対しては、MAC DAおよびVLAN TAGを引数として渡す。すべてのエントリに対する処理が終了すると、イベント05も終了する。

【0244】

図30は、図23に示すラーニング管理プログラム302における、イベント13の動作を詳細に説明した流れ図である。

【0245】

イベント13は、タイマ306よりタイマイベントが発生されることにより起動する。このイベントは、MACフォワーディングテーブルメモリ2043およびそのメインメモリ40上での複製情報であるMACフォワーディングテーブルメモリ70133に記載されたエントリのうち、MAC DAとタグより付加するタグを検索するためのエントリに対して、エージング処理を行うためのソフトウェア処理の一環である。

【0246】

ステップN1301において、イベント13の処理が開始される。起動時には、オフセットアドレスが通知される。ステップN1302に移る。

【0247】

ステップN1302において、MAC/TAGエージング要求3022により、ハードウェア側のMACフォワーディングテーブルメモリ2043に対してエージング要求を行う。ステップN1303に移る。

【0248】

ステップN1303において、タイマ306に対して、機器制御プログラム305を通じて指定された時間後に、イベント13の発生を予約する。このとき、メモリオフセットアドレスも登録する。これで、イベント13の処理を終了する。

【0249】

図31は、図23に示すラーニング管理プログラム302における、イベント06の動作を詳細に説明した流れ図である。

【0250】

イベント06は、イベント13でMAC/TAGエージング制御3022を通じてエージング要求を行った後、MAC/TAGエージング制御3022よりエージング完了通知が到着することによって起動する。このイベントは、MACフォワーディングテーブルメモリ2043およびそのメインメモリ40上での複製情報であるMACフォワーディングテーブルメモリ70133に記載されたエントリのうち、MACDAとタグより付加するタグを検索するためのエントリに対して、エージング処理を行うためのソフトウェア処理の一環である。

【0251】

ステップN0601において、イベント06の処理が開始される。起動時には、リザルトコード、オフセットアドレス、およびビットマップが通知される。ステップN0602に移る。

【0252】

ステップN0602において、ステップN0601で通知されたオフセットお

よびビットマップより、エントリアドレスを生成する。ステップN0603に移る。

【0253】

ステップN0603において、ステップN0602で生成したエントリアドレスのエントリを、フォワーディングテーブル制御プログラム301を通じて、メモリ複製情報3013としてメインメモリ40に上にあるMACフォワーディングテーブルメモリ70133より削除する。ステップN0604に移る。

【0254】

ステップN0604において、ステップN0603で生成したエントリアドレスのエントリを、フォワーディングテーブル制御プログラム301を通じて、メモリ複製情報3013としてメインメモリ40に上にあるTAGアドレス管理テーブル70134より削除する。

【0255】

ステップN0602、ステップN0603、およびステップN0603の処理を、ステップN0601で削除処理対象として通知された全アドレスに対して行う。全アドレスに対する処理が完了すると、イベント06を終了する。

【0256】

図32は、図23に示すラーニング管理プログラム302における、イベント14の動作を詳細に説明した流れ図である。

【0257】

イベント14は、スパニングツリー制御プログラム303により、スパニングツリーのトポロジの変更が検出され、ルートポート、すなわちフレーム出力ポートが変更された場合に起動する。このイベントは、ツリートポロジの変化により変更が必要となった、MACフォワーディングテーブルメモリ2043およびそのメインメモリ40上の複製情報であるMACフォワーディングテーブルメモリ70133上に記載されている、出力先ポートおよび予備出力先ポートを書き換えるためのソフトウェア処理である。

【0258】

ステップN1401において、イベント14の処理が開始される。起動時には

、トポロジ変更対象のタグが通知される。ステップN 1 4 0 2に移る。

【0 2 5 9】

ステップN 1 4 0 2において、フォワーディングテーブル制御プログラム 3 0 1を通じて、メモリ複製情報 3 0 1 3としてメインメモリ 4 0に上にある、タグフォワーディングテーブルメモリ 7 0 1 3 1を検索し、ステップN 1 4 0 1で通知された変更対象のタグに対する出力先ポートを検索する。もし検索がミスヒットした場合は処理を終了する。ヒットの場合はステップN 1 4 0 3に移る。

【0 2 6 0】

ステップN 1 4 0 3において、TAGアドレス管理テーブル 7 0 1 3 4を検索し、MACフォワーディングテーブルメモリ 7 0 1 3 3上において、ステップN 1 4 0 1で通知された変更処理対象タグが付加タグとして設定されているエントリのエントリアドレスを検索する。もし検索がミスヒットした場合は処理を終了し、検索がヒットした場合はステップN 1 4 0 4に移る。

【0 2 6 1】

ステップN 1 4 0 4において、フォワーディングテーブル制御プログラム 3 0 1を通じて、メモリ複製情報 3 0 1 3としてメインメモリ 4 0に上にあるMACフォワーディングテーブルメモリ 7 0 1 3 3のエントリを置換する。この際、出力先ポートおよび予備出力ポートはステップN 1 4 0 2で検索したポートを設定し、その他の項目は置換しない。ステップN 1 4 0 5に進む。

【0 2 6 2】

ステップN 1 4 0 5において、フォワーディングテーブル制御プログラム 3 0 1を通じて、ハードウェア側のMACフォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 3のエントリを置換する。この際、出力先ポートおよび予備出力ポートはステップN 1 4 0 2で検索したポートを設定し、その他の項目は置換しない。

【0 2 6 3】

ステップN 1 4 0 4およびステップN 1 4 0 5の操作を、ステップN 1 4 0 3で検索された全アドレスエントリに対して実行する。全エントリの置換が終了すると、イベント 1 4を終了する。

【0 2 6 4】

次に図 3 3 ～図 3 7 を参照して、I E E E 8 0 2 . 1 W に規定されている高速スパニングツリープロトコル、もしくは、I E E E 8 0 2 . 1 D に規定されているスパニングツリーツリープロトコルを用いることにより、図 1 に示す物理ネットワーク構成例において、ループが発生しないようにポートを遮断して論理ネットワークを作成した場合の、スパニングツリートポロジ構成例について述べる。

【 0 2 6 5 】

なお、図 3 3 ～図 3 7 の各図においては、ある 1 本のリンクが接続されている 2 個のポートのうちいずれか一方でもフレームの送受信が禁止されている状態である場合はリンクを細線で表し、ある 1 本のリンクが接続されている 2 個のポートの両方がフレームの送受信ともに可能である場合のみリンクを太線で表す。

【 0 2 6 6 】

また、以降の説明では、説明を簡略化するために、実際には細線のリンクにもフレームが流れる場合もあるが、本明細書においては、細線のリンクにはまったくフレームが流れないものとして説明する。このような説明を行っても、本発明のノードの動作の本質には影響を与えない。

【 0 2 6 7 】

図 3 3 は、図 1 に示す物理ネットワーク上で高速スパニングツリープロトコルもしくはスパニングツリープロトコルを用いた場合に作成される論理ネットワークである、ツリー T 0 の構成例を示すトポロジ図である。

【 0 2 6 8 】

本構成例においては、ツリー T 0 は、ノード G 1 をルートノードとし、ノード G 3 とノード G 2 間のポートが閉塞され、図 3 3 に示すトポロジになっている。このツリーは、高速スパニングツリープロトコルにしたがって、タグを付加しない B P D U フレームを交換することによって作成される。ルートノードは、高速スパニングツリープロトコルにしたがって、ノード G 1 ～ノード G 4 のいずれか 1 つのノードに決定される。この論理ネットワークは、タグが付加されていないフレームの転送を行う際に利用される。

【 0 2 6 9 】

図 3 4 は、図 1 に示す物理ネットワーク上で高速スパニングツリープロトコル

もしくはスパニングツリープロトコルを用いた場合に作成される論理ネットワークである、ツリー T 1 の構成例を示すトポロジ図である。

【 0 2 7 0 】

本構成例においては、ツリー T 1 は、ノード G 1 をルートノードとし、ノード G 3 とノード G 2 間のポートが閉塞され、図 3 4 に示すトポロジになっている。このツリーは、高速スパニングツリープロトコルにしたがって、タグ g 1 を付加した B P D U フレームを交換することによって作成される。ツリー T 1 においては、常にノード G 1 がルートノードになるようにあらかじめ設定しておくことにより、ルートノードはノード G 1 に決定される。この論理ネットワークは、ノード G 1 が宛先であることを意味するタグ g 1 が付加されていたフレームの転送を行う際に利用される。

【 0 2 7 1 】

図 3 5 は、図 1 に示す物理ネットワーク上で高速スパニングツリープロトコルもしくはスパニングツリープロトコルを用いた場合に作成される論理ネットワークである、ツリー T 2 の構成例を示すトポロジ図である。

【 0 2 7 2 】

本構成例においては、ツリー T 2 は、ノード G 2 をルートノードとし、ノード G 1 とノード G 4 間のポートが閉塞され、図 3 5 に示すトポロジになっている。このツリーは、高速スパニングツリープロトコルにしたがって、タグ g 2 を付加した B P D U フレームを交換することによって作成される。ツリー T 2 においては、常にノード G 2 がルートノードになるようにあらかじめ設定しておくことにより、ルートノードはノード G 2 に決定される。この論理ネットワークは、タグ g 2 が付加されていたフレームの転送を行う際に利用される。

【 0 2 7 3 】

図 3 6 は、図 1 に示す物理ネットワーク上で高速スパニングツリープロトコルもしくはスパニングツリープロトコルを用いた場合に作成される論理ネットワークであるツリー T 3 の構成例を示すトポロジ図である。

【 0 2 7 4 】

本構成例においては、ツリー T 3 は、ノード G 3 をルートノードとし、ノード

G 2 とノード G 4 間のポートが閉塞され、図 3 6 に示すトポロジになっている。このツリーは、高速スパニングツリープロトコルにしたがって、タグ g 3 を付加した B P D U フレームを交換することによって作成される。ツリー T 3 においては、常にノード G 3 がルートノードになるようにあらかじめ設定しておくことにより、ルートノードはノード G 3 に決定される。この論理ネットワークは、タグ g 3 が付加されていたフレームの転送を行う際に利用される。

【 0 2 7 5 】

図 3 7 は、図 1 に示す物理ネットワーク上で高速スパニングツリープロトコルもしくはスパニングツリープロトコルを用いた場合に作成される論理ネットワークである、ツリー T 4 の構成例を示すトポロジ図である。

【 0 2 7 6 】

本構成例においては、ツリー T 4 は、ノード G 4 をルートノードとし、ノード G 1 とノード G 3 間のポートが閉塞され、図 3 7 に示すトポロジになっている。このツリーは、高速スパニングツリープロトコルにしたがって、タグ g 4 を付加した B P D U フレームを交換することによって作成される。ツリー T 4 においては、常にノード G 4 がルートノードになるようにあらかじめ設定しておくことにより、ルートノードはノード G 4 に決定される。この論理ネットワークは、タグ g 4 が付加されていたフレームの転送を行う際に利用される。

【 0 2 7 7 】

次に図 3 8 ～図 4 0 の各図を参照して、本実施の形態における動作例 1 ～ 3 について述べる。

【 0 2 7 8 】

以降のシーケンス図において、主信号フレームのシーケンスを実線で示し、ラーニングフレームのシーケンスを破線で示す。また、拡張タグ付きフレームのシーケンスを太線で示し、拡張タグが付加されていないフレームのシーケンスを細線で示す。

【 0 2 7 9 】

図 3 8 は、クライアント C 1 がクライアント C 2 に対して P I N G R E Q U E S T を送信し、クライアント C 2 がクライアント C 1 に対して P I N G R E

P L Yを返答する際の、各ノードおよびクライアント間でのフレームのやり取りをあらわす、シーケンス図である。これを動作例 1 とする。

【 0 2 8 0 】

シーケンス N 1 1 1 は、ネットワーク動作開始直後もしくはクライアント C 1 とクライアント C 2 の間の前回の通信が終了してから十分に長い時間が経過した場合の動作であって、クライアント C 1 の MAC アドレス c 1 およびクライアント C 1 が属するノードのアドレス g 1、さらにクライアント C 2 の MAC アドレス c 2 およびクライアント C 2 が属するノードのアドレス g 2 が、ノード G 1 ~ G 4 の各ノードにおいてラーニングされていない場合における、クライアント C 1 とクライアント C 2 の間の通信シーケンスである。ここでは、クライアント C 1 が、クライアント C 2 に対して I C M P E C H O R E Q U E S T フレームを送信し、クライアント C 2 が I C M P E C H O R E P L Y フレームを返答する場合の例を示す。

【 0 2 8 1 】

まず、クライアント C 1 がクライアント C 2 に対して、宛先 MAC が c 2、送信元 MAC が c 1 の I C M P E C H O R E Q U E S T フレームを送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【 0 2 8 2 】

ノード G 1 は、前記フレームをダウンリンクポートより受信する。宛先 MAC をキーとして、付加するタグおよび出力ポートを検索するが、MAC アドレス c 2 に関するラーニングが完了していないため、検索ヒットしない。このためノード G 1 は、前記主信号フレームをツリー T 0 に沿ってブロードキャストする。このとき、前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする操作は行わない。この結果、主信号フレームはノード G 3 およびノード G 4 の両方に転送される。

【 0 2 8 3 】

ノード G 1 は、ダウンリンク側から未ラーニングの送信元 MAC c 1 が付加されたフレームが到着したため、MAC アドレス c 1 がダウンリンク側ポートに接続されていることをラーニングすると同時に、ソースタグアドレス g 1 を付加し

たラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノードG3およびノードG4の両方に転送される。

【0284】

ノードG3は、ノードG1より送信された宛先MAC c2宛ての主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。このとき、宛先MACアドレスc1宛てのフレームは、ノードG1が接続されているアップリンクポートに送信すればよいことをラーニングする。そして、宛先MAC c2をキーとして出力ポートを検索するが、MACアドレスc2に関するラーニングが完了していないため、検索ヒットしない。このためノードG3は、前記主信号フレームをツリーT0および、ダウンリンク側ポートにブロードキャストする。このとき、前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする操作は行わない。この結果、主信号フレームはダウンリンクポートよりクライアントC3に転送される。

【0285】

ノードG3は、アップリンク側からノードG1が送信したラーニングフレームを受信すると、MACアドレスc1を持ったクライアントC1が、拡張タグアドレスg1を持ったノードG1のダウンリンク側に接続されているということをラーニングする。このラーニングフレーム到着によるラーニングは、先に述べた主信号フレーム到着によるラーニングよりも優先される。これにより、以降c1宛てのフレームをダウンリンク側から受信した際には、前記フレームに拡張フォーワーディングタグg1を付加して、ツリーT1のルートポート側に転送するようになる。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。しかしノードG3においてツリーT1は途切れているため、結果としてラーニングフレームはノードG3から先のノードへは転送されない。

【0286】

クライアントC3は、ノードG3によって転送された宛先MAC c2の主信号フレームを受信するが、宛先MACアドレスが自身のMACアドレスc3と一致しないため、このフレームを破棄する。

【0287】

ノードG4は、ノードG1より送信された宛先MAC c 2宛ての主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。このとき、宛先MACアドレス c 1宛てのフレームは、ノードG1が接続されているアップリンクポートに送信すればよいことをラーニングする。そして、宛先MAC c 2をキーとして出力ポートを検索するが、MACアドレス c 2に関するラーニングが完了していないため、検索ヒットしない。このためノードG4は、前記主信号フレームをツリーT0および、ダウンリンク側ポートにブロードキャストする。このとき、前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする操作は行わない。この結果、主信号フレームはツリーT0に沿ってアップリンクポートよりノードG2に転送される。

【0288】

ノードG4は、アップリンク側からノードG1が送信したラーニングフレームを受信すると、MACアドレス c 1を持ったクライアントC1が、拡張タグアドレス g 1を持ったノードG1のダウンリンク側に接続されているということをラーニングする。このラーニングフレーム到着によるラーニングは、先に述べた主信号フレーム到着によるラーニングよりも優先される。これにより、以降 c 1宛てのフレームをダウンリンク側から受信した際には、前記フレームに拡張フォーワーディングタグ g 1を付加して、ツリーT1のルートポート側に転送するようになる。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノードG2に転送される。

【0289】

ノードG2は、ノードG4より送信された宛先MAC c 2宛ての主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。このとき、宛先MACアドレス c 1宛てのフレームは、ノードG4が接続されているアップリンクポートに送信すればよいことをラーニングする。そして、宛先MAC c 2をキーとして出力ポートを検索するが、MACアドレス c 2に関するラーニングが完了していないため、検索ヒットしない。このためノードG2は、前記主信号フレームをツリーT0および、ダウンリンク側ポートにブロードキャストする。このとき、前記フレームに

対してタグを付加したり削除したりする操作は行わない。この結果、主信号フレームはダウンリンクポートよりクライアントC2に転送される。

【0290】

ノードG2は、アップリンク側からノードG4が送信したラーニングフレームを受信すると、MACアドレスc1を持ったクライアントC1が、拡張タグアドレスg1を持ったノードG1のダウンリンク側に接続されているということをラーニングする。このラーニングフレーム到着によるラーニングは、先に述べた主信号フレーム到着によるラーニングよりも優先される。これにより、以降c1宛てのフレームをダウンリンク側から受信した際には、前記フレームに拡張フォーワーディングタグg1を付加して、ツリーT1のルートポート側に転送するようになる。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。しかしノードG2においてツリーT1は途切れているため、結果としてラーニングフレームはノードG2から先のノードへは転送されない。

【0291】

クライアントC2は、ノードG2によって転送された宛先MACアドレスc2の主信号フレームを受信する。宛先MACアドレスが自身のMACアドレスc2と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。

【0292】

なお、この例では、クライアントC1から送信されたフレームはICMP ECHO REQUESTとしているので、クライアントC2の基本ソフトは、宛先MACアドレスc1、送信元MACアドレスc2のICMP ECHO REPLYフレームを作成し、ノードG2宛てに送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【0293】

ノードG2は、前記フレームをダウンリンクポートより受信する。宛先MACをキーとして、付加するタグおよび出力ポートを検索すると、先ほどのラーニング動作により、宛先MACアドレスc1のフレームに対して、拡張フォーワーディ

ングタグ g 1 を付加して、ツリー T 1 のルートポート側に転送すれば良いことがわかる。したがって、ノード G 2 は前記フレームに拡張フォワーディングタグ g 1 を付加し、ノード G 4 に転送する。

【0294】

これと同時に、ノード G 2 は、ダウンリンク側から未ラーニングの送信元 MAC アドレス c 2 が付加されたフレームが到着したため、MAC アドレス c 2 がダウンリンク側ポートに接続されていることをラーニングすると同時に、ソースタグアドレス g 2 を付加したラーニングフレームを、ツリー T 2 に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノード G 3 およびノード G 4 の両方に転送される。

【0295】

ノード G 4 は、ノード G 2 より送信された宛先拡張タグ g 1 の主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。そして、宛先拡張タグ g 1 をキーとして出力ポートを検索する。すると、拡張フォワーディングタグ g 1 に対する出力ポートは、常にスパンニングツリー T 1 のルートポート側に設定されているため、ノード G 4 は前記受信フレームを、アップリンクポートよりノード G 1 に向けて転送する。このとき、このとき、前記フレームに対して一切の変更を加えない。したがって、タグを付加したり削除したり、さらに MAC アドレスを書き換えたりすることはない。

【0296】

ノード G 4 は、アップリンク側からノード G 2 が送信したラーニングフレームを受信すると、MAC アドレス c 2 を持ったクライアント C 2 が、拡張タグアドレス g 2 を持ったノード G 2 のダウンリンク側に接続されているということをラーニングする。これにより、以降 c 2 宛てのフレームをダウンリンク側から受信した際には、前記フレームに拡張フォワーディングタグ g 2 を付加して、ツリー T 2 のルートポート側に転送するようになる。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリー T 2 に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。しかしノード G 4 においてツリー T 2 は途切れているため、結果としてラーニングフレームはノード G 4 から先のノードへは転送されない。

【0297】

ノードG3は、アップリンク側からノードG2が送信したラーニングフレームを受信すると、MACアドレスc2を持ったクライアントC2が、拡張タグアドレスg2を持ったノードG2のダウンリンク側に接続されているということをラーニングする。これにより、以降c2宛てのフレームをダウンリンク側から受信した際には、前記フレームに拡張フォワーディングタグg2を付加して、ツリーT2のルートポート側に転送するようになる。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリーT2に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノードG1に転送される。

【0298】

ノードG1は、ノードG4より送信された宛先拡張タグg1の主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。そして、宛先拡張タグに示されたアドレスg1は自身のアドレスであるため、この拡張タグをはずした上で、宛先MACc1をキーとして、ダウンリンク側の出力ポートを検索する。すると、先ほどのラーニング動作により、宛先MACアドレスc1を持つノードが、ダウンリンク側のどのポートに接続されているかわかる。したがって、ノードG1は前記フレームをクライアントC1が接続されているダウンリンクポートに転送する。

【0299】

ノードG1は、アップリンク側からノードG3が送信したラーニングフレームを受信すると、MACアドレスc2を持ったクライアントC2が、拡張タグアドレスg2を持ったノードG2のダウンリンク側に接続されているということをラーニングする。これにより、以降c2宛てのフレームをダウンリンク側から受信した際には、前記フレームに拡張フォワーディングタグg2を付加して、ツリーT2のルートポート側に転送するようになる。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。しかしノードG1においてツリーT2は途切れているため、結果としてラーニングフレームはノードG1から先のノードへは転送されない。

【0300】

クライアントC1は、ノードG1によって転送された宛先MACアドレスc1

の主信号フレームを受信する。宛先MACアドレスが自身のMACアドレスc1と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。この例においては、基本ソフト内のPINGプログラムにフレームが引き渡され、PINGコマンドの結果が表示される。

【0301】

以上により、ネットワーク動作開始直後もしくはクライアントC1とクライアントC2の間の前回の通信が終了してから十分に長い時間が経過した場合であって、クライアントC1のMACアドレスc1およびクライアントC1が属するノードのアドレスg1、さらに、クライアントC2のMACアドレスc2およびクライアントC2が属するノードのアドレスg2が、ノードG1～G4の各ノードにおいてラーニングされていない場合における、クライアントC1とクライアントC2の間の通信シーケンスを説明できた。

【0302】

シーケンスN112は、クライアントC1とクライアントC2の間の前回の通信が終了してから長時間経過しておらず、クライアントC1のMACアドレスc1およびクライアントC1が属するノードのアドレスg1、さらにクライアントC2のMACアドレスc2およびクライアントC2が属するノードのアドレスg2が、ノードG1～G4の各ノードにおいて、すでにラーニングされている場合における、クライアントC1とクライアントC2の間の通信シーケンスである。

【0303】

ここでは、クライアントC1が、クライアントC2に対してICMP ECHO REQUESTフレームを送信し、クライアントC2がICMP ECHO REPLYフレームを返答する場合の例を示す。

【0304】

まず、クライアントC1がクライアントC2に対して、宛先MACがc2、送信元MACがc1のICMP ECHO REQUESTフレームを送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【0305】

ノードG1は、前記主信号フレームをダウンリンクポートより受信する。宛先

MACをキーとして、付加するタグおよび出力ポートを検索すると、ラーニングにより、宛先MACアドレスc2のフレームに対して、拡張フォワーディングタグg2を付加して、ツリーT2のルートポート側に転送すれば良いことがわかる。したがって、ノードG1は前記フレームに拡張フォワーディングタグg2を付加し、ノードG3に転送する。

【0306】

ノードG3は、ノードG1より送信された宛先拡張タグg2の主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。そして、宛先拡張タグg2をキーとして出力ポートを検索する。すると、拡張フォワーディングタグg2に対する出力ポートは、常にスパンニングツリーT2のルートポート側に設定されているため、ノードG3は前記受信フレームを、アップリンクポートよりノードG2に向けて転送する。このとき、このとき、前記フレームに対して一切の変更を加えない。したがって、タグを付加したり削除したり、さらにMACアドレスを書き換えたりすることはない。

【0307】

ノードG2は、ノードG3より送信された宛先拡張タグg2の主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。そして、宛先拡張タグに示されたアドレスg2は自身のアドレスであるため、この拡張タグをはずした上で、宛先MACc2をキーとして、ダウンリンク側の出力ポートを検索する。すると、先ほどのラーニング動作により、宛先MACアドレスc2を持つノードが、ダウンリンク側のどのポートに接続されているかわかる。したがって、ノードG2は前記フレームをクライアントC2が接続されているダウンリンクポートに転送する。

【0308】

クライアントC2は、ノードG2によって転送された宛先MACアドレスc2の主信号フレームを受信する。宛先MACアドレスが自身のMACアドレスc2と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。

【0309】

なお、この例では、クライアントC1から送信されたフレームはICMP E

CHO REQUESTとしているので、クライアントC2の基本ソフトは、宛先MACアドレスc1、送信元MACアドレスc2のICMP ECHO REPLYフレームを作成し、ノードG2宛てに送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【0310】

ノードG2は、前記フレームをダウンリンクポートより受信する。宛先MACをキーとして、付加するタグおよび出力ポートを検索すると、宛先MACアドレスc1のフレームに対して、拡張フォワーディングタグg1を付加して、ツリーT1のルートポート側に転送すれば良いことがわかる。したがって、ノードG2は前記フレームに拡張フォワーディングタグg1を付加し、ノードG4に転送する。

【0311】

ノードG4は、ノードG2より送信された宛先拡張タグg1の主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。そして、宛先拡張タグg1をキーとして出力ポートを検索する。すると、拡張フォワーディングタグg1に対する出力ポートは、常にスパニングツリーT1のルートポート側に設定されているため、ノードG4は前記受信フレームを、アップリンクポートよりノードG1に向けて転送する。このとき、このとき、前記フレームに対して一切の変更を加えない。したがって、タグを付加したり削除したり、さらにMACアドレスを書き換えたりすることはない。

【0312】

ノードG1は、ノードG4より送信された宛先拡張タグg1の主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。そして、宛先拡張タグに示されたアドレスg1は自身のアドレスであるため、この拡張タグをはずした上で、宛先MACc1をキーとして、ダウンリンク側の出力ポートを検索する。すると、先ほどのラーニング動作により、宛先MACアドレスc1を持つノードが、ダウンリンク側のどのポートに接続されているかわかる。したがって、ノードG1は前記フレームをクライアントC1が接続されているダウンリンクポートに転送する。

【0313】

クライアントC1は、ノードG1によって転送された宛先MACアドレスc1の主信号フレームを受信する。宛先MACアドレスが自身のMACアドレスc1と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。この例においては、基本ソフト内のPINGプログラムにフレームが引き渡され、PINGコマンドの結果が表示される。

【0314】

以上により、クライアントC1とクライアントC2の間の前回の通信が終了してから長時間経過していない場合であって、クライアントC1のMACアドレスc1およびクライアントC1が属するノードのアドレスg1、さらにクライアントC2のMACアドレスc2およびクライアントC2が属するノードのアドレスg2が、ノードG1～G4の各ノードにおいて、すでにラーニングされている場合における、クライアントC1とクライアントC2の間の通信シーケンスを説明できた。

【0315】

シーケンスN113は、クライアントC1とクライアントC2の間の通信開始、もしくは前回のMACラーニングエージング開始から、あらかじめ機器制御プログラムを通じてタイマに設定されたMACラーニングエージング時間が経過したが、まだあらかじめ機器制御プログラムを通じてタイマに設定されたTAGラーニングエージング時間が経過していない場合における、クライアントC1とクライアントC2の間の通信シーケンスである。

【0316】

この場合では、クライアントC1のMACアドレスc1およびクライアントC2のMACアドレスc2は、すでにラーニングされているがラーニングフレームを再送信するよう設定されており、クライアントC1が属するノードのアドレスg1およびクライアントC2が属するノードのアドレスg2は、シーケンスN112と同様に、ノードG1～G4の各ノードにおいてすでにラーニングされている。

【0317】

ここでは、クライアントC1が、クライアントC2に対してICMP ECH

O REQUEST フレームを送信し、クライアント C2 が ICMP ECHO REPLY フレームを返答する場合の例を示す。

【0318】

まず、クライアント C1 がクライアント C2 に対して、宛先 MAC が c2、送信元 MAC が c1 の ICMP ECHO REQUEST フレームを送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【0319】

ノード G1 は、前記主信号フレームをダウンリンクポートより受信する。宛先 MAC をキーとして、付加するタグおよび出力ポートを検索すると、ラーニングにより、宛先 MAC アドレス c2 のフレームに対して、拡張フォワーディングタグ g2 を付加して、ツリー T2 のルートポート側に転送すれば良いことがわかる。したがって、ノード G1 は前記フレームに拡張フォワーディングタグ g2 を付加し、ノード G3 に転送する。

【0320】

ノード G1 は、ダウンリンク側からラーニングフレーム再送信が必要な送信元 MAC アドレス c1 が付加されたフレームが到着したため、ソースタグアドレス g1 を付加したラーニングフレームを、ツリー T1 に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノード G3 およびノード G4 の両方に転送される。

【0321】

ノード G3 は、ノード G1 より送信された宛先拡張タグ g2 の主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。そして、宛先拡張タグ g2 をキーとして出力ポートを検索する。すると、拡張フォワーディングタグ g2 に対する出力ポートは、常にスパニングツリー T2 のルートポート側に設定されているため、ノード G3 は前記受信フレームを、アップリンクポートよりノード G2 に向けて転送する。このとき、このとき、前記フレームに対して一切の変更を加えない。したがって、タグを付加したり削除したり、さらに MAC アドレスを書き換えたりすることはない。

【0322】

ノードG3は、アップリンク側からノードG1が送信したラーニングフレームを受信すると、MACアドレスc1を持ったクライアントC1が、拡張タグアドレスg1を持ったノードG1のダウンリンク側に接続されているということを再ラーニングする。この再ラーニングにより、エージングによりクライアントC1に関するラーニング内容がノードG3から消えてしまうことを防ぐ。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。しかしノードG3においてツリーT1は途切れているため、結果としてラーニングフレームはノードG3から先のノードへは転送されない。

【0323】

ノードG4は、アップリンク側からノードG1が送信したラーニングフレームを受信すると、MACアドレスc1を持ったクライアントC1が、拡張タグアドレスg1を持ったノードG1のダウンリンク側に接続されているということを再ラーニングする。この再ラーニングにより、エージングによりクライアントC1に関するラーニング内容がノードG3から消えてしまうことを防ぐ。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノードG2に転送される。

【0324】

ノードG2は、ノードG3より送信された宛先拡張タグg2の主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。そして、宛先拡張タグに示されたアドレスg2は自身のアドレスであるため、この拡張タグをはずした上で、宛先MACc2をキーとして、ダウンリンク側の出力ポートを検索する。すると、先ほどのラーニング動作により、宛先MACアドレスc2を持つノードが、ダウンリンク側のどのポートに接続されているかわかる。したがって、ノードG2は前記フレームをクライアントC2が接続されているダウンリンクポートに転送する。

【0325】

ノードG2は、アップリンク側からノードG4が送信したラーニングフレームを受信すると、MACアドレスc1を持ったクライアントC1が、拡張タグアド

レス g 1 を持ったノード G 1 のダウンリンク側に接続されているということを再ラーニングする。この再ラーニングにより、エージングによりクライアント C 1 に関するラーニング内容がノード G 3 から消えてしまうことを防ぐ。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリー T 1 に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。しかしノード G 2 においてツリー T 1 は途切れているため、結果としてラーニングフレームはノード G 2 から先のノードへは転送されない。

【0326】

クライアント C 2 は、ノード G 2 によって転送された宛先 MAC アドレス c 2 の主信号フレームを受信する。宛先 MAC アドレスが自身の MAC アドレス c 2 と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。

【0327】

なお、この例では、クライアント C 1 から送信されたフレームは ICMP ECHO REQUEST としているので、クライアント C 2 の基本ソフトは、宛先 MAC アドレス c 1、送信元 MAC アドレス c 2 の ICMP ECHO REPLY フレームを作成し、ノード G 2 宛てに送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【0328】

ノード G 2 は、前記フレームをダウンリンクポートより受信する。宛先 MAC をキーとして、付加するタグおよび出力ポートを検索すると、宛先 MAC アドレス c 1 のフレームに対して、拡張フォワーディングタグ g 1 を付加して、ツリー T 1 のルートポート側に転送すれば良いことがわかる。したがって、ノード G 2 は前記フレームに拡張フォワーディングタグ g 1 を付加し、ノード G 4 に転送する。

【0329】

ノード G 2 は、ダウンリンク側からラーニングフレーム再送信が必要な送信元 MAC アドレス c 2 が付加されたフレームが到着したため、ソースタグアドレス g 2 を付加したラーニングフレームを、ツリー T 1 に沿ってアップリンク側にブ

ロードキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノード G 3 およびノード G 4 の両方に転送される。

【0 3 3 0】

ノード G 4 は、ノード G 2 より送信された宛先拡張タグ g 1 の主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。そして、宛先拡張タグ g 1 をキーとして出力ポートを検索する。すると、拡張フォワーディングタグ g 1 に対する出力ポートは、常にスパンニングツリー T 1 のルートポート側に設定されているため、ノード G 4 は前記受信フレームを、アップリンクポートよりノード G 1 に向けて転送する。このとき、このとき、前記フレームに対して一切の変更を加えない。したがって、タグを付加したり削除したり、さらに MAC アドレスを書き換えたりすることはない。

【0 3 3 1】

ノード G 4 は、アップリンク側からノード G 2 が送信したラーニングフレームを受信すると、MAC アドレス c 2 を持ったクライアント C 2 が、拡張タグアドレス g 2 を持ったノード G 2 のダウンリンク側に接続されているということを再ラーニングする。この再ラーニングにより、エージングによりクライアント C 2 に関するラーニング内容がノード G 4 から消えてしまうことを防ぐ。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリー T 2 に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。しかしノード G 4 においてツリー T 2 は途切れているため、結果としてラーニングフレームはノード G 4 から先のノードへは転送されない。

【0 3 3 2】

ノード G 3 は、アップリンク側からノード G 2 が送信したラーニングフレームを受信すると、MAC アドレス c 2 を持ったクライアント C 2 が、拡張タグアドレス g 2 を持ったノード G 2 のダウンリンク側に接続されているということを再ラーニングする。この再ラーニングにより、エージングによりクライアント C 2 に関するラーニング内容がノード G 3 から消えてしまうことを防ぐ。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリー T 2 に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノード G 1 に転送される。

。

【0333】

ノードG1は、ノードG4より送信された宛先拡張タグg1の主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。そして、宛先拡張タグに示されたアドレスg1は自身のアドレスであるため、この拡張タグをはずした上で、宛先MACc1をキーとして、ダウンリンク側の出力ポートを検索する。すると、先ほどのラーニング動作により、宛先MACアドレスc1を持つノードが、ダウンリンク側のどのポートに接続されているかわかる。したがって、ノードG1は前記フレームをクライアントC1が接続されているダウンリンクポートに転送する。

【0334】

ノードG1は、アップリンク側からノードG3が送信したラーニングフレームを受信すると、MACアドレスc2を持ったクライアントC2が、拡張タグアドレスg2を持ったノードG2のダウンリンク側に接続されているということを再ラーニングする。この再ラーニングにより、エージングによりクライアントC2に関するラーニング内容がノードG1から消えてしまうことを防ぐ。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。しかしノードG1においてツリーT2は途切れているため、結果としてラーニングフレームはノードG1から先のノードへは転送されない。

。

【0335】

クライアントC1は、ノードG1によって転送された宛先MACアドレスc1の主信号フレームを受信する。宛先MACアドレスが自身のMACアドレスc1と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。この例においては、基本ソフト内のPINGプログラムにフレームが引き渡され、PINGコマンドの結果が表示される。

【0336】

以上により、クライアントC1とクライアントC2の間の通信開始、もしくは前回のMACラーニングエージング開始から、あらかじめ機器制御プログラムを通じてタイマに設定されたMACラーニングエージング時間が経過したが、まだ

あらかじめ機器制御プログラムを通じてタイマに設定されたTAGラーニングエージング時間が経過していない場合における、クライアントC1とクライアントC2の間の通信シーケンスを説明できた。

【0337】

このラーニングフレーム再送信動作は、非対称ネットワークにおいて、各中継ノードのアドレスラーニング内容がエージングによって消えることのないよう維持するために行う。この動作により、ラーニング情報を維持したまま、イーサネット(R)に非対称の主信号フレームを送信することが可能となる。

【0338】

なお、本動作例におけるノードG4は、その装置構成を簡略化した、ノードE4に置き換えることができる。簡略化版ノードE4は、ノードG4に対して、(1)メモリ複製情報3013を持たないこと、(2)MACフォワーディングテーブルメモリ2043を持たないこと、(3)ラーニング管理プログラム302およびタイマ306を持たないこと、および、(4)ラーニングフレームを送受信しないことの、4点において異なる。

【0339】

次に図39を参照して、本実施の形態における第2の動作例について述べる。

【0340】

図39は、クライアントC1がクライアントC3に対してPING REQUESTを送信し、クライアントC2がクライアントC1に対してPING REPLYを返答する際の、各ノードおよびクライアント間でのフレームのやり取りをあらわす、シーケンス図である。これを動作例2とする。

【0341】

図39のシーケンスにおいては、ノードG1、ノードG2、およびノードG4は、図38におけるシーケンスのノードと同様であるば、ノードG3は既存の一般的なイーサネット(R)スイッチである、ノードS3に置き換える。

【0342】

既存ノードS3は、ノードG3に対して、(1)タグフォワーディングテーブルメモリ2041およびそのメモリ複製情報3013内のテーブルであるタグフ

ォワーディングテーブルメモリ 7 0 1 3 1 を持たないこと、(2) 特定の宛先 M A C アドレスに対して拡張タグを挿入したり削除したりしないこと、および、(3) ラーニングフレームを送受信しないことの、3 点において異なる。

【0 3 4 3】

シーケンス N 1 2 1 は、ネットワーク動作開始直後もしくはクライアント C 1 とクライアント C 3 の間の前回の通信が終了してから十分に長い時間が経過した場合の動作であって、クライアント C 1 の M A C アドレス c 1 およびクライアント C 1 が属するノードのアドレス g 1、さらにクライアント C 3 の M A C アドレス c 3 が、ノード G 1、ノード G 2、ノード S 3、ノード G 4 の各ノードにおいてラーニングされていない場合における、クライアント C 1 とクライアント C 3 の間の通信シーケンスである。ここでは、クライアント C 1 が、クライアント C 3 に対して I C M P E C H O R E Q U E S T フレームを送信し、クライアント C 3 が I C M P E C H O R E P L Y フレームを返答する場合の例を示す。

【0 3 4 4】

まず、クライアント C 1 がクライアント C 3 に対して、宛先 M A C が c 3、送信元 M A C が c 1 の I C M P E C H O R E Q U E S T フレームを送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【0 3 4 5】

ノード G 1 は、前記フレームをダウンリンクポートより受信する。宛先 M A C をキーとして、付加するタグおよび出力ポートを検索するが、M A C アドレス c 3 に関するラーニングが完了していないため、検索ヒットしない。このためノード G 1 は、前記主信号フレームをツリー T 0 に沿ってブロードキャストする。このとき、前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする操作は行わない。この結果、主信号フレームはノード S 3 およびノード G 4 の両方に転送される。

【0 3 4 6】

ノード G 1 は、ダウンリンク側から未ラーニングの送信元 M A C c 1 が付加されたフレームが到着したため、M A C アドレス c 1 がダウンリンク側ポートに接続されていることをラーニングすると同時に、ソースタグアドレス g 1 を付加し

たラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノードS3およびノードG4の両方に転送される。

【0347】

ノードG4は、ノードG1より送信された宛先MAC c3宛ての主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。このとき、宛先MACアドレスc1宛てのフレームは、ノードG1が接続されているアップリンクポートに送信すればよいことをラーニングする。そして、宛先MAC c3をキーとして出力ポートを検索するが、MACアドレスc3に関するラーニングが完了していないため、検索ヒットしない。このためノードG4は、前記主信号フレームをツリーT0および、ダウンリンク側ポートにブロードキャストする。このとき、前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする操作は行わない。この結果、主信号フレームはツリーT0に沿ってアップリンクポートよりノードG2に転送される。

【0348】

ノードG4は、アップリンク側からノードG1が送信したラーニングフレームを受信すると、MACアドレスc1を持ったクライアントC1が、拡張タグアドレスg1を持ったノードG1のダウンリンク側に接続されているということをラーニングする。このラーニングフレーム到着によるラーニングは、先に述べた主信号フレーム到着によるラーニングよりも優先される。これにより、以降c1宛てのフレームをダウンリンク側から受信した際には、前記フレームに拡張フォーワーディングタグg1を付加して、ツリーT1のルートポート側に転送するようになる。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノードG2に転送される。

【0349】

ノードG2は、ノードG4より送信された宛先MAC c3宛ての主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。このとき、宛先MACアドレスc1宛てのフレームは、ノードG4が接続されているアップリンクポートに送信すればよいことをラーニングする。そして、宛先MAC c3をキーとして出力ポートを

検索するが、MACアドレス c 3 に関するラーニングが完了していないため、検索ヒットしない。このためノード G 2 は、前記主信号フレームをツリー T 0 および、ダウンリンク側ポートにブロードキャストする。このとき、前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする操作は行わない。この結果、主信号フレームはダウンリンクポートよりクライアント C 2 に転送される。

【0350】

ノード G 2 は、アップリンク側からノード G 4 が送信したラーニングフレームを受信すると、MACアドレス c 1 を持ったクライアント C 1 が、拡張タグアドレス g 1 を持ったノード G 1 のダウンリンク側に接続されているということをラーニングする。このラーニングフレーム到着によるラーニングは、先に述べた主信号フレーム到着によるラーニングよりも優先される。これにより、以降 c 1 宛てのフレームをダウンリンク側から受信した際には、前記フレームに拡張フォーワーディングタグ g 1 を付加して、ツリー T 1 のルートポート側に転送するようになる。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリー T 1 に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。しかしノード G 2 においてツリー T 1 は途切れているため、結果としてラーニングフレームはノード G 2 から先のノードへは転送されない。

【0351】

クライアント C 2 は、ノード G 2 によって転送された宛先 MAC c 3 の主信号フレームを受信するが、宛先 MAC アドレスが自身の MAC アドレス c 2 と一致しないため、このフレームを破棄する。

【0352】

ノード S 3 は、ノード G 1 より送信された宛先 MAC c 3 宛ての主信号フレームを受信する。このとき、宛先 MAC アドレス c 1 宛てのフレームは、ノード G 1 が接続されているポートに送信すればよいことをラーニングする。そして、宛先 MAC c 3 をキーとして出力ポートを検索するが、MAC アドレス c 3 に関するラーニングが完了していないため、検索ヒットしない。このためノード S 3 は、前記主信号フレームをツリー T 0 および、ダウンリンク側ポートにブロードキャストする。このとき、前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする

操作は行わない。この結果、主信号フレームはダウンリンクポートよりクライアント C 3 に転送される。

【 0 3 5 3 】

ノード S 3 は、アップリンク側からノード G 1 が送信したラーニングフレームを受信すると、受信したラーニングフレームを、ツリー T 1 に沿ってアップリンク側にブロードキャスト転送する。しかしノード S 3 においてツリー T 1 は途切れているため、結果としてラーニングフレームはノード S 3 から先のノードへは転送されない。

【 0 3 5 4 】

なお、ノード S 3 はラーニングフレームを受信してネットワーク制御プログラム 3 0 4 を用いて前記フレームを転送することはできるが、受信したフレームの内容を用いてラーニング管理プログラム 3 0 2 によりテーブル情報を更新することはできない。したがって、ラーニングフレームにより、MAC アドレス c 1 を持ったクライアント C 1 が、拡張タグアドレス g 1 を持ったノード G 1 のダウンリンク側に接続されているということはラーニングできない。

【 0 3 5 5 】

クライアント C 3 は、ノード S 3 によって転送された宛先 MAC アドレス c 3 の主信号フレームを受信する。宛先 MAC アドレスが自身の MAC アドレス c 3 と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。

【 0 3 5 6 】

なお、この例では、クライアント C 1 から送信されたフレームは ICMP ECHO REQUEST としているので、クライアント C 3 の基本ソフトは、宛先 MAC アドレス c 1、送信元 MAC アドレス c 3 の ICMP ECHO REPLY フレームを作成し、ノード S 3 宛てに送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【 0 3 5 7 】

ノード S 3 は、クライアント C 3 から送信された主信号フレームを受信する。このとき、宛先 MAC アドレス c 3 宛てのフレームは、クライアント C 3 が接続

されている側のポートに送信すればよいことをラーニングする。そして、宛先MACをキーとして出力ポートを検索すると、先ほどのラーニング動作により、宛先MACアドレスc1宛てのフレームは、ノードG1が接続されているポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノードS3は前記フレームをノードG1に転送する。

【0358】

ノードG1は、ノードS3によって転送された主信号フレームを受信する。このとき、宛先MACアドレスc3宛てのフレームは、ノードS3が接続されている側のポートに送信すればよいことをラーニングする。そして、宛先MACをキーとして出力ポートを検索すると、先ほどのラーニング動作により、宛先MACアドレスc1宛てのフレームは、クライアントC1が接続されている側のダウンリンクポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノードG1は前記フレームをクライアントC1に転送する。

【0359】

クライアントC1は、ノードG1によって転送された宛先MACアドレスc1の主信号フレームを受信する。宛先MACアドレスが自身のMACアドレスc1と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。この例においては、基本ソフト内のPINGプログラムにフレームが引き渡され、PINGコマンドの結果が表示される。

【0360】

以上により、ネットワーク動作開始直後もしくはクライアントC1とクライアントC3の間の前回の通信が終了してから十分に長い時間が経過した場合の動作であって、クライアントC1のMACアドレスc1およびクライアントC1が属するノードのアドレスg1、さらにクライアントC3のMACアドレスc3が、ノードG1、ノードG2、ノードS3、ノードG4の各ノードにおいてラーニングされていない場合における、クライアントC1とクライアントC3の間の通信シーケンスを説明できた。

【0361】

シーケンスN122は、クライアントC1とクライアントC3の間の前回の通

信が終了してから長時間経過していない場合であって、クライアントC1のMACアドレスc1およびクライアントC1の属するノードのアドレスg1が、ノードG1、ノードG2、ノードS3、ノードG4の各ノードにおいてすでにラーニングされており、さらにクライアントC3のMACアドレスc3が、ノードG1およびノードS3の各ノードにおいてすでにラーニングされている場合における、クライアントC1とクライアントC3の間の通信シーケンスである。

【0362】

ここでは、クライアントC1が、クライアントC3に対してICMP ECHO REQUESTフレームを送信し、クライアントC3がICMP ECHO REPLYフレームを返答する場合の例を示す。

【0363】

まず、クライアントC1がクライアントC3に対して、宛先MACがc3、送信元MACがc1のICMP ECHO REQUESTフレームを送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【0364】

ノードG1は、前記主信号フレームをダウンリンクポートより受信する。宛先MACをキーとして、付加するタグおよび出力ポートを検索すると、ラーニングにより、宛先MACアドレスc3のフレームに対しては拡張フォワーディングタグを付加せず、ノードS3側のポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノードG1は前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする操作は行わずに、そのままノードS3が接続されているアップリンクポートへ転送する。このとき、宛先MACアドレスc1宛てのフレームは、クライアントC1が接続されている側のダウンリンクポートに送信すればよいことを再ラーニングする。

【0365】

ノードS3は、ノードG1から送信された主信号フレームを受信する。このとき、宛先MACアドレスc1宛てのフレームは、ノードG1が接続されている側のポートに送信すればよいことを再ラーニングする。そして、宛先MACをキーとして出力ポートを検索すると、ラーニングにより、宛先MACアドレスc3宛

てのフレームは、クライアント C 3 が接続されているポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノード S 3 は前記フレームをクライアント C 3 が接続されている側のポートに転送する。

【 0 3 6 6 】

クライアント C 3 は、ノード S 3 によって転送された宛先 MAC アドレス c 3 の主信号フレームを受信する。宛先 MAC アドレスが自身の MAC アドレス c 3 と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。

【 0 3 6 7 】

なお、この例では、クライアント C 1 から送信されたフレームは ICMP ECHO REQUEST としているので、クライアント C 3 の基本ソフトは、宛先 MAC アドレス c 1、送信元 MAC アドレス c 3 の ICMP ECHO REPLY フレームを作成し、ノード S 3 宛てに送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【 0 3 6 8 】

ノード S 3 は、クライアント C 3 から送信された主信号フレームを受信する。このとき、宛先 MAC アドレス c 3 宛てのフレームは、クライアント C 3 が接続されている側のポートに送信すればよいことを再ラーニングする。そして、宛先 MAC をキーとして出力ポートを検索すると、先ほどのラーニング動作により、宛先 MAC アドレス c 1 宛てのフレームは、ノード G 1 が接続されているポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノード S 3 は前記フレームをノード G 1 に転送する。

【 0 3 6 9 】

ノード G 1 は、ノード S 3 によって転送された主信号フレームを受信する。このとき、宛先 MAC アドレス c 3 宛てのフレームは、ノード S 3 が接続されている側のアップリンクポートに送信すればよいことを再ラーニングする。そして、宛先 MAC をキーとして出力ポートを検索すると、先ほどのラーニング動作により、宛先 MAC アドレス c 1 宛てのフレームは、クライアント C 1 が接続されている側のダウンリンクポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノード

ドG 1は前記フレームをクライアントC 1に転送する。

【0370】

クライアントC 1は、ノードG 1によって転送された宛先MACアドレスc 1の主信号フレームを受信する。宛先MACアドレスが自身のMACアドレスc 1と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。この例においては、基本ソフト内のPINGプログラムにフレームが引き渡され、PINGコマンドの結果が表示される。

【0371】

以上により、クライアントC 1とクライアントC 3の間の前回の通信が終了してから長時間経過していない場合であって、クライアントC 1のMACアドレスc 1およびクライアントC 1の属するノードのアドレスg 1が、ノードG 1、ノードG 2、ノードS 3、ノードG 4の各ノードにおいてすでにラーニングされており、さらにクライアントC 3のMACアドレスc 3が、ノードG 1およびノードS 3の各ノードにおいてすでにラーニングされている場合における、クライアントC 1とクライアントC 3の間の通信シーケンスを説明できた。

【0372】

シーケンスN 123は、クライアントC 1とクライアントC 3の間の通信開始、もしくは前回のMACラーニングエージング開始から、あらかじめ機器制御プログラムを通じてタイマに設定されたMACラーニングエージング時間が経過したが、まだあらかじめ機器制御プログラムを通じてタイマに設定されたTAGラーニングエージング時間が経過していない場合における、クライアントC 1とクライアントC 3の間の通信シーケンスである。

この場合では、クライアントC 1のMACアドレスc 1およびクライアントC 3のMACアドレスc 3は、すでにラーニングされているがラーニングフレームを再送信するよう設定されており、クライアントC 1が属するノードのアドレスg 1は、シーケンスN 122と同様に、ノードG 1、ノードG 2、ノードS 3、ノードG 4の各ノードにおいてすでにラーニングされている。

【0373】

ここでは、クライアントC 1が、クライアントC 3に対してICMP ECH

○ REQUESTフレームを送信し、クライアントC3がICMP ECHO REPLYフレームを返答する場合の例を示す。

【0374】

まず、クライアントC1がクライアントC3に対して、宛先MACがc3、送信元MACがc1のICMP ECHO REQUESTフレームを送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【0375】

ノードG1は、前記主信号フレームをダウンリンクポートより受信する。宛先MACをキーとして、付加するタグおよび出力ポートを検索すると、ラーニングにより、宛先MACアドレスc3のフレームに対しては拡張フォワーディングタグを付加せず、ノードS3側のポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノードG1は前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする操作は行わずに、そのままノードS3が接続されているアップリンクポートへ転送する。このとき、宛先MACアドレスc1宛てのフレームは、クライアントC1が接続されている側のダウンリンクポートに送信すればよいことを再ラーニングする。

【0376】

ノードG1は、ダウンリンク側からラーニングフレーム再送信が必要な送信元MACアドレスc1が付加されたフレームが到着したため、ソースタグアドレスg1を付加したラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノードS3およびノードG4の両方に転送される。

【0377】

ノードG4は、アップリンク側からノードG1が送信したラーニングフレームを受信すると、MACアドレスc1を持ったクライアントC1が、拡張タグアドレスg1を持ったノードG1のダウンリンク側に接続されているということを再ラーニングする。この再ラーニングにより、エージングによりクライアントC1に関するラーニング内容がノードG3から消えてしまうことを防ぐ。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロー

ドキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノードG 2 に転送される。

【0378】

ノードG 2 は、アップリンク側からノードG 4 が送信したラーニングフレームを受信すると、MAC アドレス c 1 を持ったクライアントC 1 が、拡張タグアドレス g 1 を持ったノードG 1 のダウンリンク側に接続されているということを再ラーニングする。この再ラーニングにより、エージングによりクライアントC 1 に関するラーニング内容がノードG 3 から消えてしまうことを防ぐ。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリーT 1 に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。しかしノードG 2 においてツリーT 1 は途切れているため、結果としてラーニングフレームはノードG 2 から先のノードへは転送されない。

【0379】

ノードS 3 は、ノードG 1 から送信された主信号フレームを受信する。このとき、宛先MAC アドレス c 1 宛てのフレームは、ノードG 1 が接続されている側のポートに送信すればよいことを再ラーニングする。そして、宛先MAC をキーとして出力ポートを検索すると、ラーニングにより、宛先MAC アドレス c 3 宛てのフレームは、クライアントC 3 が接続されているポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノードS 3 は前記フレームをクライアントC 3 が接続されている側のポートに転送する。

【0380】

ノードS 3 は、アップリンク側からノードG 1 が送信したラーニングフレームを受信すると、受信したラーニングフレームを、ツリーT 1 に沿ってアップリンク側にブロードキャスト転送する。しかしノードS 3 においてツリーT 1 は途切れているため、結果としてラーニングフレームはノードS 3 から先のノードへは転送されない。

【0381】

クライアントC 3 は、ノードS 3 によって転送された宛先MAC アドレス c 3 の主信号フレームを受信する。宛先MAC アドレスが自身のMAC アドレス c 3

と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。

【0382】

なお、この例では、クライアントC1から送信されたフレームはICMP ECHO REQUESTとしているので、クライアントC3の基本ソフトは、宛先MACアドレスc1、送信元MACアドレスc3のICMP ECHO REPLYフレームを作成し、ノードS3宛てに送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【0383】

ノードS3は、クライアントC3から送信された主信号フレームを受信する。このとき、宛先MACアドレスc3宛てのフレームは、クライアントC3が接続されている側のポートに送信すればよいことを再ラーニングする。そして、宛先MACをキーとして出力ポートを検索すると、先ほどのラーニング動作により、宛先MACアドレスc1宛てのフレームは、ノードG1が接続されているポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノードS3は前記フレームをノードG1に転送する。

【0384】

ノードG1は、ノードS3によって転送された主信号フレームを受信する。このとき、宛先MACアドレスc3宛てのフレームは、ノードS3が接続されている側のアップリンクポートに送信すればよいことを再ラーニングする。そして、宛先MACをキーとして出力ポートを検索すると、先ほどのラーニング動作により、宛先MACアドレスc1宛てのフレームは、クライアントC1が接続されている側のダウンリンクポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノードG1は前記フレームをクライアントC1に転送する。

【0385】

クライアントC1は、ノードG1によって転送された宛先MACアドレスc1の主信号フレームを受信する。宛先MACアドレスが自身のMACアドレスc1と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。この例においては、基本ソフト内のPINGプログラムにフレームが引き渡

され、PING コマンドの結果が表示される。

【0386】

以上により、クライアント C 1 とクライアント C 3 の間の通信開始、もしくは前回の MAC ラーニングエージング開始から、あらかじめ機器制御プログラムを通じてタイマに設定された MAC ラーニングエージング時間が経過したが、まだあらかじめ機器制御プログラムを通じてタイマに設定された TAG ラーニングエージング時間が経過していない場合における、クライアント C 1 とクライアント C 3 の間の通信シーケンスを説明できた。

【0387】

なお、本動作例におけるノード G 4 は、その装置構成を簡略化した、ノード E 4 に置き換えることができる。簡略化版ノード E 4 は、ノード G 4 に対して、(1) メモリ複製情報 3 0 1 3 を持たないこと、(2) MAC フォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 3 を持たないこと、(3) ラーニング管理プログラム 3 0 2 およびタイマ 3 0 6 を持たないこと、および、(4) ラーニングフレームを送受信しないことの、4 点において異なる。

【0388】

次に図 4 0 を参照して、本実施の形態における第 3 の動作例について述べる。

【0389】

図 4 0 は、クライアント C 3 がクライアント C 1 に対して PING REQUEST を送信し、クライアント C 1 がクライアント C 3 に対して PING REPLY を返答する際の、各ノードおよびクライアント間でのフレームのやり取りをあらわす、シーケンス図である。これを動作例 3 とする。

【0390】

図 4 0 のシーケンスにおいては、ノード G 1、ノード G 2、およびノード G 4 は、図 3 8 におけるシーケンスのノードと同様であるば、ノード G 3 は既存の一般的なイーサネット(R)スイッチである、ノード S 3 に置き換える。

【0391】

既存ノード S 3 は、ノード G 3 に対して、(1) タグフォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 1 およびそのメモリ複製情報 3 0 1 3 内のテーブルであるタグフ

ォワーディングテーブルメモリ 70131を持たないこと、(2) 特定の宛先 MAC アドレスに対して拡張タグを挿入したり削除したりしないこと、および、(3) ラーニングフレームを送受信しないことの、3点において異なる。

【0392】

シーケンス N131 は、ネットワーク動作開始直後もしくはクライアント C3 とクライアント C1 の間の前回の通信が終了してから十分に長い時間が経過した場合の動作であって、クライアント C1 の MAC アドレス c1 およびクライアント C1 が属するノードのアドレス g1、さらにクライアント C3 の MAC アドレス c3 が、ノード G1、ノード G2、ノード S3、ノード G4 の各ノードにおいてラーニングされていない場合における、クライアント C3 とクライアント C1 の間の通信シーケンスである。ここでは、クライアント C3 が、クライアント C1 に対して ICMP ECHO REQUEST フレームを送信し、クライアント C1 が ICMP ECHO REPLY フレームを返答する場合の例を示す。

【0393】

まず、クライアント C3 がクライアント C1 に対して、宛先 MAC が c1、送信元 MAC が c3 の ICMP ECHO REQUEST フレームを送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【0394】

ノード S3 は、クライアント C3 より送信された宛先 MAC c1 宛ての主信号フレームを受信する。このとき、宛先 MAC アドレス c3 宛てのフレームは、クライアント C3 が接続されているポートに送信すればよいことをラーニングする。そして、宛先 MAC c1 をキーとして出力ポートを検索するが、MAC アドレス c1 に関するラーニングが完了していないため、検索ヒットしない。このためノード S3 は、前記主信号フレームをツリー T0 および、ダウンリンク側ポートにブロードキャストする。このとき、前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする操作は行わない。この結果、主信号フレームはノード G1 に転送される。

【0395】

ノード G1 は、前記フレームをアップリンクポートより受信する。宛先 MAC

c 1 をキーとして、付加するタグおよび出力ポートを検索するが、MAC アドレス c 1 に関するラーニングが完了していないため、検索ヒットしない。このためノード G 1 は、前記主信号フレームをツリー T 0 およびダウンリンクポートにブロードキャストする。このとき、前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする操作は行わない。この結果、主信号フレームはクライアント C 1 およびノード G 4 の両方に転送される。

【0396】

ノード G 4 は、ノード G 1 より送信された宛先 MAC c 1 宛ての主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。このとき、宛先 MAC アドレス c 3 宛てのフレームは、ノード G 1 が接続されているアップリンクポートに送信すればよいことをラーニングする。そして、宛先 MAC c 1 をキーとして出力ポートを検索するが、MAC アドレス c 1 に関するラーニングが完了していないため、検索ヒットしない。このためノード G 4 は、前記主信号フレームをツリー T 0 および、ダウンリンク側ポートにブロードキャストする。このとき、前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする操作は行わない。この結果、主信号フレームはツリー T 0 に沿ってアップリンクポートよりノード G 2 に転送される。

【0397】

ノード G 2 は、ノード G 4 より送信された宛先 MAC c 1 宛ての主信号フレームを、アップリンクポートより受信する。このとき、宛先 MAC アドレス c 3 宛てのフレームは、ノード G 4 が接続されているアップリンクポートに送信すればよいことをラーニングする。そして、宛先 MAC c 1 をキーとして出力ポートを検索するが、MAC アドレス c 1 に関するラーニングが完了していないため、検索ヒットしない。このためノード G 2 は、前記主信号フレームをツリー T 0 および、ダウンリンク側ポートにブロードキャストする。このとき、前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする操作は行わない。この結果、主信号フレームはダウンリンクポートよりクライアント C 2 に転送される。

【0398】

クライアント C 2 は、ノード G 2 によって転送された宛先 MAC c 1 の主信号フレームを受信するが、宛先 MAC アドレスが自身の MAC アドレス c 2 と一致

しないため、このフレームを破棄する。

【0399】

クライアントC1は、ノードG1によって転送された宛先MACアドレスc1の主信号フレームを受信する。宛先MACアドレスが自身のMACアドレスc1と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。

【0400】

なお、この例では、クライアントC3から送信されたフレームはICMP ECHO REQUESTとしているので、クライアントC1の基本ソフトは、宛先MACアドレスc3、送信元MACアドレスc1のICMP ECHO REPLYフレームを作成し、ノードG1宛てに送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【0401】

ノードG1は、前記主信号フレームをダウンリンクポートより受信する。宛先MACをキーとして、付加するタグおよび出力ポートを検索すると、ラーニングにより、宛先MACアドレスc3のフレームに対しては拡張フォワーディングタグを付加せず、ノードS3側のポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノードG1は前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする操作は行わずに、そのままノードS3が接続されているアップリンクポートへ転送する。

【0402】

ノードG1は、ダウンリンク側から未ラーニングの送信元MAC c1が付加されたフレームが到着したため、MACアドレスc1がダウンリンク側ポートに接続されていることをラーニングすると同時に、ソースタグアドレスg1を付加したラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノードS3およびノードG4の両方に転送される。

【0403】

ノードG4は、アップリンク側からノードG1が送信したラーニングフレーム

を受信すると、MACアドレスc1を持ったクライアントC1が、拡張タグアドレスg1を持ったノードG1のダウンリンク側に接続されているということをラーニングする。これにより、以降c1宛てのフレームをダウンリンク側から受信した際には、前記フレームに拡張フォワーディングタグg1を付加して、ツリーT1のルートポート側に転送するようになる。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノードG2に転送される。

【0404】

ノードG2は、アップリンク側からノードG4が送信したラーニングフレームを受信すると、MACアドレスc1を持ったクライアントC1が、拡張タグアドレスg1を持ったノードG1のダウンリンク側に接続されているということをラーニングする。これにより、以降c1宛てのフレームをダウンリンク側から受信した際には、前記フレームに拡張フォワーディングタグg1を付加して、ツリーT1のルートポート側に転送するようになる。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。しかしノードG2においてツリーT1は途切れているため、結果としてラーニングフレームはノードG2から先のノードへは転送されない。

【0405】

ノードS3は、ノードG1より送信された宛先MACc3宛ての主信号フレームを受信する。このとき、宛先MACアドレスc1宛てのフレームは、ノードG1が接続されているポートに送信すればよいことをラーニングする。そして、宛先MACをキーとして出力ポートを検索すると、先ほどのラーニング動作により、宛先MACアドレスc3宛てのフレームは、クライアントC3が接続されているポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノードS3は前記フレームをクライアントC3に転送する。

【0406】

ノードS3は、アップリンク側からノードG1が送信したラーニングフレームを受信すると、受信したラーニングフレームを、ツリーT1に沿ってアップリンク側にブロードキャスト転送する。しかしノードS3においてツリーT1は途切

れているため、結果としてラーニングフレームはノード S 3 から先のノードへは転送されない。

【 0 4 0 7 】

なお、ノード S 3 はラーニングフレームを受信してネットワーク制御プログラム 3 0 4 を用いて前記フレームを転送することはできるが、受信したフレームの内容を用いてラーニング管理プログラム 3 0 2 によりテーブル情報を更新することはできない。したがって、ラーニングフレームにより、MAC アドレス c 1 を持ったクライアント C 1 が、拡張タグアドレス g 1 を持ったノード G 1 のダウンリンク側に接続されているということはラーニングできない。

【 0 4 0 8 】

クライアント C 3 は、ノード S 3 によって転送された宛先 MAC アドレス c 3 の主信号フレームを受信する。宛先 MAC アドレスが自身の MAC アドレス c 3 と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。この例においては、基本ソフト内の P I N G プログラムにフレームが引き渡され、P I N G コマンドの結果が表示される。

【 0 4 0 9 】

以上により、ネットワーク動作開始直後もしくはクライアント C 3 とクライアント C 1 の間の前回の通信が終了してから十分に長い時間が経過した場合の動作であって、クライアント C 1 の MAC アドレス c 1 およびクライアント C 1 が属するノードのアドレス g 1、さらにクライアント C 3 の MAC アドレス c 3 が、ノード G 1、ノード G 2、ノード S 3、ノード G 4 の各ノードにおいてラーニングされていない場合における、クライアント C 3 とクライアント C 1 の間の通信シーケンスを説明できた。

【 0 4 1 0 】

シーケンス N 1 3 2 は、クライアント C 3 とクライアント C 1 の間の前回の通信が終了してから長時間経過していない場合であって、クライアント C 1 の MAC アドレス c 1 およびクライアント C 1 の属するノードのアドレス g 1 が、ノード G 1、ノード G 2、ノード S 3、ノード G 4 の各ノードにおいてすでにラーニングされており、さらにクライアント C 3 の MAC アドレス c 3 が、ノード G 1

およびノードS3の各ノードにおいてすでにラーニングされている場合における、クライアントC3とクライアントC1の間の通信シーケンスである。

【0411】

ここでは、クライアントC3が、クライアントC1に対してICMP ECHO REQUESTフレームを送信し、クライアントC1がICMP ECHO REPLYフレームを返答する場合の例を示す。

【0412】

まず、クライアントC3がクライアントC1に対して、宛先MACがc1、送信元MACがc3のICMP ECHO REQUESTフレームを送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【0413】

ノードS3は、クライアントC3から送信された主信号フレームを受信する。このとき、宛先MACアドレスc3宛てのフレームは、クライアントC3が接続されている側のポートに送信すればよいことを再ラーニングする。そして、宛先MACをキーとして出力ポートを検索すると、先ほどのラーニング動作により、宛先MACアドレスc1宛てのフレームは、ノードG1が接続されているポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノードS3は前記フレームをノードG1に転送する。

【0414】

ノードG1は、ノードS3によって転送された主信号フレームを受信する。このとき、宛先MACアドレスc3宛てのフレームは、ノードS3が接続されている側のアップリンクポートに送信すればよいことを再ラーニングする。そして、宛先MACをキーとして出力ポートを検索すると、先ほどのラーニング動作により、宛先MACアドレスc1宛てのフレームは、クライアントC1が接続されている側のダウンリンクポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノードG1は前記フレームをクライアントC1に転送する。

【0415】

クライアントC1は、ノードG1によって転送された宛先MACアドレスc1の主信号フレームを受信する。宛先MACアドレスが自身のMACアドレスc1

と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。

【0 4 1 6】

なお、この例では、クライアント C 3 から送信されたフレームは ICMP ECHO REQUEST としているので、クライアント C 1 の基本ソフトは、宛先 MAC アドレス c 3、送信元 MAC アドレス c 1 の ICMP ECHO REPLY フレームを作成し、ノード G 1 宛てに送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【0 4 1 7】

ノード G 1 は、前記主信号フレームをダウンリンクポートより受信する。宛先 MAC をキーとして、付加するタグおよび出力ポートを検索すると、ラーニングにより、宛先 MAC アドレス c 3 のフレームに対しては拡張フォワーディングタグを付加せず、ノード S 3 側のポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノード G 1 は前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする操作は行わずに、そのままノード S 3 が接続されているアップリンクポートへ転送する。このとき、宛先 MAC アドレス c 1 宛てのフレームは、クライアント C 1 が接続されている側のダウンリンクポートに送信すればよいことを再ラーニングする。

【0 4 1 8】

ノード S 3 は、ノード G 1 から送信された主信号フレームを受信する。このとき、宛先 MAC アドレス c 1 宛てのフレームは、ノード G 1 が接続されている側のポートに送信すればよいことを再ラーニングする。そして、宛先 MAC をキーとして出力ポートを検索すると、ラーニングにより、宛先 MAC アドレス c 3 宛てのフレームは、クライアント C 3 が接続されているポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノード S 3 は前記フレームをクライアント C 3 が接続されている側のポートに転送する。

【0 4 1 9】

クライアント C 3 は、ノード S 3 によって転送された宛先 MAC アドレス c 3 の主信号フレームを受信する。宛先 MAC アドレスが自身の MAC アドレス c 3

と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。この例においては、基本ソフト内の P I N G プログラムにフレームが引き渡され、P I N G コマンドの結果が表示される。

【0 4 2 0】

以上により、クライアント C 3 とクライアント C 1 の間の前回の通信が終了してから長時間経過していない場合であって、クライアント C 1 の MAC アドレス c 1 およびクライアント C 1 の属するノードのアドレス g 1 が、ノード G 1、ノード G 2、ノード S 3、ノード G 4 の各ノードにおいてすでにラーニングされており、さらにクライアント C 3 の MAC アドレス c 3 が、ノード G 1 およびノード S 3 の各ノードにおいてすでにラーニングされている場合における、クライアント C 3 とクライアント C 1 の間の通信シーケンスを説明できた。

【0 4 2 1】

シーケンス N 1 3 3 は、クライアント C 3 とクライアント C 1 の間の通信開始、もしくは前回の MAC ラーニングエージング開始から、あらかじめ機器制御プログラムを通じてタイマに設定された MAC ラーニングエージング時間が経過したが、まだあらかじめ機器制御プログラムを通じてタイマに設定された T A G ラーニングエージング時間が経過していない場合における、クライアント C 3 とクライアント C 1 の間の通信シーケンスである。

【0 4 2 2】

この場合では、クライアント C 1 の MAC アドレス c 1 およびクライアント C 3 の MAC アドレス c 3 は、すでにラーニングされているがラーニングフレームを再送信するよう設定されており、クライアント C 1 が属するノードのアドレス g 1 は、シーケンス N 1 2 2 と同様に、ノード G 1、ノード G 2、ノード S 3、ノード G 4 の各ノードにおいてすでにラーニングされている。

【0 4 2 3】

ここでは、クライアント C 3 が、クライアント C 1 に対して I C M P E C H O R E Q U E S T フレームを送信し、クライアント C 1 が I C M P E C H O R E P L Y フレームを返答する場合の例を示す。

【0 4 2 4】

まず、クライアント C 3 がクライアント C 1 に対して、宛先 MAC が c 1、送信元 MAC が c 3 の ICMP ECHO REQUEST フレームを送信する。このフレームを、以降の説明の主信号フレームと呼ぶ。

【0425】

ノード S 3 は、クライアント C 3 から送信された主信号フレームを受信する。このとき、宛先 MAC アドレス c 3 宛てのフレームは、クライアント C 3 が接続されている側のポートに送信すればよいことを再ラーニングする。そして、宛先 MAC をキーとして出力ポートを検索すると、先ほどのラーニング動作により、宛先 MAC アドレス c 1 宛てのフレームは、ノード G 1 が接続されているポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノード S 3 は前記フレームをノード G 1 に転送する。

【0426】

ノード G 1 は、ノード S 3 によって転送された主信号フレームを受信する。このとき、宛先 MAC アドレス c 3 宛てのフレームは、ノード S 3 が接続されている側のアップリンクポートに送信すればよいことを再ラーニングする。そして、宛先 MAC をキーとして出力ポートを検索すると、先ほどのラーニング動作により、宛先 MAC アドレス c 1 宛てのフレームは、クライアント C 1 が接続されている側のダウンリンクポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノード G 1 は前記フレームをクライアント C 1 に転送する。

【0427】

クライアント C 1 は、ノード G 1 によって転送された宛先 MAC アドレス c 1 の主信号フレームを受信する。宛先 MAC アドレスが自身の MAC アドレス c 1 と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。

【0428】

なお、この例では、クライアント C 3 から送信されたフレームは ICMP ECHO REQUEST としているので、クライアント C 1 の基本ソフトは、宛先 MAC アドレス c 3、送信元 MAC アドレス c 1 の ICMP ECHO REPLY フレームを作成し、ノード G 1 宛てに送信する。このフレームを、以降の

説明の主信号フレームと呼ぶ。

【0 4 2 9】

ノード G 1 は、前記主信号フレームをダウンリンクポートより受信する。宛先 MAC をキーとして、付加するタグおよび出力ポートを検索すると、ラーニングにより、宛先 MAC アドレス c 3 のフレームに対しては拡張フォワーディングタグを付加せず、ノード S 3 側のポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノード G 1 は前記フレームに対してタグを付加したり削除したりする操作は行わずに、そのままノード S 3 が接続されているアップリンクポートへ転送する。

【0 4 3 0】

ノード G 1 は、ダウンリンク側からラーニングフレーム再送信が必要な送信元 MAC アドレス c 1 が付加されたフレームが到着したため、ソースタグアドレス g 1 を付加したラーニングフレームを、ツリー T 1 に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノード S 3 およびノード G 4 の両方に転送される。

【0 4 3 1】

ノード G 4 は、アップリンク側からノード G 1 が送信したラーニングフレームを受信すると、MAC アドレス c 1 を持ったクライアント C 1 が、拡張タグアドレス g 1 を持ったノード G 1 のダウンリンク側に接続されているということを再ラーニングする。これにより、以降 c 1 宛てのフレームをダウンリンク側から受信した際には、前記フレームに拡張フォワーディングタグ g 1 を付加して、ツリー T 1 のルートポート側に転送するようになる。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリー T 1 に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。この結果、ラーニングフレームはノード G 2 に転送される。

【0 4 3 2】

ノード G 2 は、アップリンク側からノード G 4 が送信したラーニングフレームを受信すると、MAC アドレス c 1 を持ったクライアント C 1 が、拡張タグアドレス g 1 を持ったノード G 1 のダウンリンク側に接続されているということを再ラーニングする。これにより、以降 c 1 宛てのフレームをダウンリンク側から受

信した際には、前記フレームに拡張フォワーディングタグ g 1 を付加して、ツリー T 1 のルートポート側に転送するようになる。また同時に、受信したラーニングフレームを、ツリー T 1 に沿ってアップリンク側にブロードキャスト送信する。しかしノード G 2 においてツリー T 1 は途切れているため、結果としてラーニングフレームはノード G 2 から先のノードへは転送されない。

【 0 4 3 3 】

ノード S 3 は、ノード G 1 より送信された宛先 MAC c 3 宛ての主信号フレームを受信する。このとき、宛先 MAC アドレス c 1 宛てのフレームは、ノード G 1 が接続されているポートに送信すればよいことを再ラーニングする。そして、宛先 MAC をキーとして出力ポートを検索すると、先ほどのラーニング動作により、宛先 MAC アドレス c 3 宛てのフレームは、クライアント C 3 が接続されているポートに転送すれば良いことがわかる。したがって、ノード S 3 は前記フレームをクライアント C 3 に転送する。

【 0 4 3 4 】

ノード S 3 は、アップリンク側からノード G 1 が送信したラーニングフレームを受信すると、受信したラーニングフレームを、ツリー T 1 に沿ってアップリンク側にブロードキャスト転送する。しかしノード S 3 においてツリー T 1 は途切れているため、結果としてラーニングフレームはノード S 3 から先のノードへは転送されない。

【 0 4 3 5 】

クライアント C 3 は、ノード S 3 によって転送された宛先 MAC アドレス c 3 の主信号フレームを受信する。宛先 MAC アドレスが自身の MAC アドレス c 3 と一致するため、このフレームをアプリケーションその他のプログラムに引き渡す。この例においては、基本ソフト内の P I N G プログラムにフレームが引き渡され、P I N G コマンドの結果が表示される。

【 0 4 3 6 】

以上により、クライアント C 3 とクライアント C 1 の間の通信開始、もしくは前回の MAC ラーニングエージング開始から、あらかじめ機器制御プログラムを通じてタイマに設定された MAC ラーニングエージング時間が経過したが、まだ

あらかじめ機器制御プログラムを通じてタイマに設定されたTAGラーニングエージング時間が経過していない場合における、クライアントC3とクライアントC1の間の通信シーケンスを説明できた。

【0437】

なお、本動作例におけるノードG4は、その装置構成を簡略化した、ノードE4に置き換えることができる。簡略化版ノードE4は、ノードG4に対して、（1）メモリ複製情報3013を持たないこと、（2）MACフォワーディングテーブルメモリ2043を持たないこと、（3）ラーニング管理プログラム302およびタイマ306を持たないこと、および、（4）ラーニングフレームを送受信しないことの、4点において異なる。

【0438】

次に、本実施の形態の効果について説明する。

【0439】

従来、イーサネット(R)によるネットワークに、方向によってフローの経由するノードが異なる非対称フローを流した場合、ラーニング（ラーニング）プロセスが機能せず、フレームは宛先に届くものの、不必要な宛先にまで伝達されてしまうため、ネットワークの混雑を引き起こし、帯域利用効率が下がるという問題があった。

【0440】

本実施の形態では、主信号フレームが流れる経路とは逆の経路にラーニングフレームを送信することで、非対称フローを流した場合でもラーニングプロセスを機能させることができ、ネットワークの混雑を解消し、帯域利用効率を上げることが可能である。

【0441】

また従来、宛先を示すタグを持ちいたフレーム転送を行う場合は、あらかじめ各ノードに宛先MACアドレスに応じて付加すべき拡張タグ（フォワーディングタグ）を設定しておかなければならなかった。

【0442】

本実施の形態では、前記ラーニングフレームにタグ情報を含めることで、各ノ

ードに宛先MACアドレスに応じて付加すべき拡張タグを設定することができ、設定作業を自動化することが可能である。

【0 4 4 3】

以上好ましい実施の形態及び実施例をあげて本発明を説明したが、本発明は必ずしも上記実施の形態及び実施例に限定されるものではなく、その技術的思想の範囲内において様々に変形して実施することができる。

【0 4 4 4】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、以下のような効果が達成される。

【0 4 4 5】

第1に、ネットワークの混雑を解消し、帯域利用効率を上げることが可能である。

【0 4 4 6】

その理由は、主信号フレームが流れる経路とは逆の経路にラーニングフレームを送信することで、非対称フローを流した場合でもラーニングプロセスを機能させることができるからである。

【0 4 4 7】

第2に、付加すべきフォワーディングタグの設定を自動化することができる。

【0 4 4 8】

その理由は、ラーニングフレームにタグ情報を含めるからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態における、物理ネットワークの構成例を示すブロック図である。

【図2】 本発明の第1の実施の形態における、イーサネット(R)フレームの構成を示すブロック図である。

【図3】 本発明の第1の実施の形態における、VLAN Taggedイーサネット(R)フレームの構成を示すブロック図である。

【図4】 本発明の第1の実施の形態における、VLANタグの構成を示すブロック図である。

【図 5】 本発明の第 1 の実施の形態における、フォワーディングタグ付きイーサネット (R) フレームの構成を示すブロック図である。

【図 6】 本発明の第 1 の実施の形態における、タグの構成を示すブロック図である。

【図 7】 本発明の第 1 の実施の形態における、ラーニングフレームの構成を示すブロック図である。

【図 8】 本発明の第 1 の実施の形態における、ラーニングフレームの構成を示すブロック図である。

【図 9】 本発明の第 1 の実施の形態における、ノード G 1 の構成を詳細に示したブロック図である。

【図 1 0】 本発明の第 1 の実施の形態における、パケットフォワーディング機構 2 0 の構成を詳細に示したブロック図である。

【図 1 1】 本発明の第 1 の実施の形態における、フレーム解析器 2 0 1 の構成を詳細に示したブロック図である。

【図 1 2】 本発明の第 1 の実施の形態における、ラーニングフレーム送信管理者 2 0 2 の構成を詳細に示したブロック図である。

【図 1 3】 本発明の第 1 の実施の形態における、MAC SA テーブルキャッシュ 2 0 2 5 の構成を詳細に示したブロック図である。

【図 1 4】 本発明の第 1 の実施の形態における、テーブルサーチ器 2 0 3 の構成を詳細に示したブロック図である。

【図 1 5】 本発明の第 1 の実施の形態における、フォワーディングテーブル 2 0 4 の構成を詳細に示したブロック図である。

【図 1 6】 本発明の第 1 の実施の形態における、MAC フォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 3 の構成を詳細に示したブロック図である。

【図 1 7】 本発明の第 1 の実施の形態における、タグフォワーディングテーブルメモリ 2 0 4 1 の構成を詳細に示したブロック図である。

【図 1 8】 本発明の第 1 の実施の形態における、ブロードキャストテーブルメモリ 2 0 4 2 の構成を詳細に示したブロック図である。

【図 1 9】 本発明の第 1 の実施の形態における、エージング管理テーブル

2044の構成を詳細に示したブロック図である。

【図20】 本発明の第1の実施の形態における、フレーム書換器205の構成を詳細に示したブロック図である。

【図21】 本発明の第1の実施の形態における、フレーム合成器206の構成を詳細に示したブロック図である。

【図22】 本発明の第1の実施の形態における、フレーム転送器207の構成を詳細に示したブロック図である。

【図23】 本発明の第1の実施の形態における、CPU30内でソフトウェアにより実現される処理の構成を表すブロック図である。

【図24】 本発明の第1の実施の形態における、TAGアドレス管理テーブル70134の構成を示す表である。

【図25】 本発明の第1の実施の形態における、イベント01の動作を詳細に説明した流れ図である。

【図26】 本発明の第1の実施の形態における、イベント11の動作を詳細に説明した流れ図である。

【図27】 本発明の第1の実施の形態における、イベント03の動作を詳細に説明した流れ図である。

【図28】 本発明の第1の実施の形態における、イベント12の動作を詳細に説明した流れ図である。

【図29】 本発明の第1の実施の形態における、イベント05の動作を詳細に説明した流れ図である。

【図30】 本発明の第1の実施の形態における、イベント13の動作を詳細に説明した流れ図である。

【図31】 本発明の第1の実施の形態における、イベント06の動作を詳細に説明した流れ図である。

【図32】 本発明の第1の実施の形態における、イベント14の動作を詳細に説明した流れ図である。

【図33】 本発明の第1の実施の形態における、ツリーT0の構成例を示すトポロジ図である。

【図 3 4】 本発明の第 1 の実施の形態における、ツリー T 1 の構成例を示すトポロジ図である。

【図 3 5】 本発明の第 1 の実施の形態における、ツリー T 2 の構成例を示すトポロジ図である。

【図 3 6】 本発明の第 1 の実施の形態における、ツリー T 3 の構成例を示すトポロジ図である。

【図 3 7】 本発明の第 1 の実施の形態における、ツリー T 4 の構成例を示すトポロジ図である。

【図 3 8】 本発明の第 1 の実施の形態における、動作例 1 のシーケンス図である。

【図 3 9】 本発明の第 1 の実施の形態における、動作例 2 のシーケンス図である。

【図 4 0】 本発明の第 1 の実施の形態における、動作例 3 のシーケンス図である。

【符号の説明】

G 1 ～ G 4 ： ノード（スイッチングハブ）

g 1 ～ g 4 ： タグアドレス

C 1 ～ C 3 ： クライアント端末

c 1 ～ c 3 ： M A C アドレス

1 ： スwitchingハブ

1 1 ～ 1 4 ： M A C

1 5 ～ 1 8 ： P H Y

2 0 ： パケットフォワーディング機構

3 0 ： C P U

4 0 ： メインメモリ

5 1 ： コンソール I ／ O

6 0 ： I E E E 8 0 2 . 3 イーサネット(R)フレーム

6 1 ： I E E E 8 0 2 . 3 V L A N T a g g e d イーサネット(R)フレーム

6 2 : フォワーディングタグ付きイーサネット(R)フレーム
6 3 : ラーニングフレーム
1 0 1 : 入力フレーム
1 0 2 : 出力フレーム
2 0 1 : フレーム解析器
2 0 2 : ラーニングフレーム送信管理器
2 0 3 : テーブルサーチ器
2 0 4 : フォワーディングテーブル
2 0 5 : フレーム書換器
2 0 6 : フレーム合成器
2 0 7 : フレーム転送器
3 0 1 : フォワーディングテーブル制御プログラム
3 0 2 : ラーニング管理プログラム
3 0 3 : スパニングツリー制御プログラム
3 0 4 : ネットワーク制御プログラム
3 0 5 : 機器制御プログラム
3 0 6 : タイマ
6 0 1 : 宛先MACアドレス
6 0 2 : 送信元MACアドレス
6 0 3 : イーサネット(R)属性情報
6 0 4 : ペイロード
6 2 0 : タグ
6 3 1 : ラーニングフレーム識別用MACアドレス
2 0 1 1 : フレームタイプ判定器
2 0 1 2 : 制御フレーム受信器
2 0 1 3 : サーチキー決定器
2 0 1 4 : フレームヘッダ解析器
2 0 2 1 : ラーニングフレーム管理器
2 0 2 2 : エージング要求受付器

2 0 2 3 : 送信要求器
2 0 2 5 : MAC S A テーブルキャッシュ
2 0 3 1 : テーブル管理者
2 0 3 2 : 情報比較器
2 0 4 1 : タグフォワーディングテーブルメモリ
2 0 4 2 : ブロードキャストテーブルメモリ
2 0 4 3 : MAC フォワーディングテーブルメモリ
2 0 4 4 : エージング管理テーブル
2 0 4 5 : メモリ情報出力回路
2 0 4 6 : テーブルメモリ読込制御回路
2 0 4 7 : エージング制御器
2 0 4 8 : テーブルメモリ書込制御回路
2 0 5 1 : タグ制御器
2 0 5 2 : タグ挿入器
2 0 5 3 : タグ削除器
2 0 5 4 : フレームヘッダバッファ
2 0 6 2 : 入力フレームヘッダ情報
2 0 6 3 : 入力フレームペイロード情報制御バッファ
2 0 6 4 : フレーム組立器
2 0 7 1 : C P U 転送フレーム制御器
2 0 7 2 : フレーム転送指示器
2 0 7 3 : 出力フレームバッファ
3 0 1 1 : テーブル書込アドレス
3 0 1 2 : テーブル書込情報
3 0 1 3 : メモリ複製情報
3 0 2 1 : ラーニングエージング要求
3 0 2 2 : MAC / T A G エージング制御
3 0 4 1 : C P U 転送フレーム情報
3 0 4 2 : C P U 転送フレーム出力ポート情報

3051：ポート構成情報
6061：タグタイプ
6062：優先度
6063：CFI
6064：VLAN ID
6201：優先度・タグ識別
6202：VLAN ID・タグ情報
20111：入力フレームペイロード情報
20121：CPU宛転送フレーム
20131：テーブルサーチキー情報
20141：フレームヘッダ情報
20231：ラーニングフレーム送信要求
20311：テーブル読込アドレス
20312：エントリヒット情報
20321：タグ情報
20321：出力ポート情報
20322：タグ制御情報
20323：タグ情報
20451：テーブル情報
20541：書換後フレームヘッダ情報
20641：出力フレーム情報
70134：TAGアドレス管理テーブル
N0101～N0106：イベント01の処理ステップ
N1101～N1103：イベント11の処理ステップ
N0301～N0308：イベント03の処理ステップ
N1201～N1203：イベント12の処理ステップ
N0501～N0504：イベント05の処理ステップ
N1301～N1303：イベント13の処理ステップ
N0601～N0604：イベント06の処理ステップ

N 1 4 0 1 ~ N 1 4 0 5 : イベント 1 4 の処理ステップ

T 0 ~ T 4 : スパニングツリー

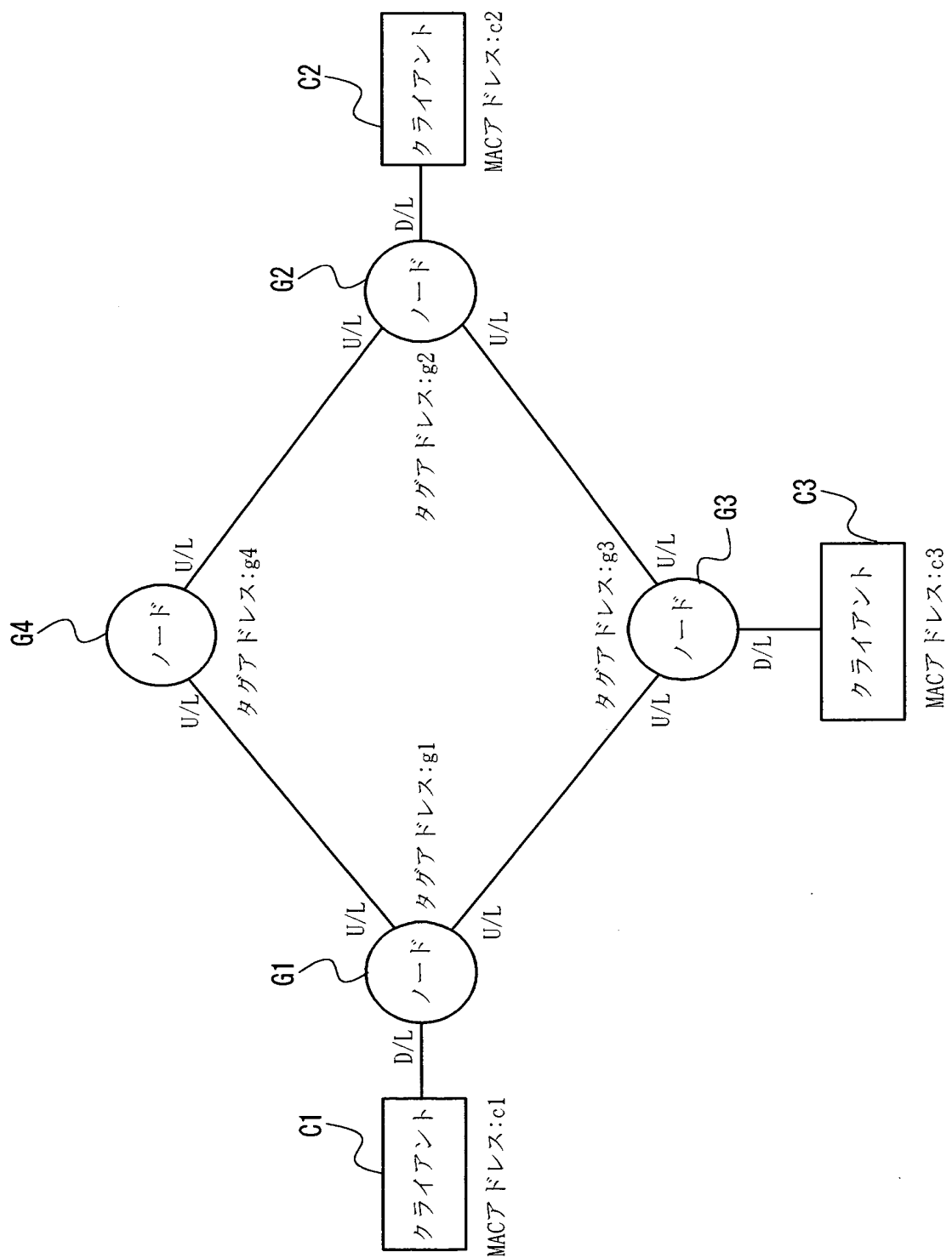
N 1 1 1 ~ N 1 3 3 : シーケンス

S 3 : 既存ノード

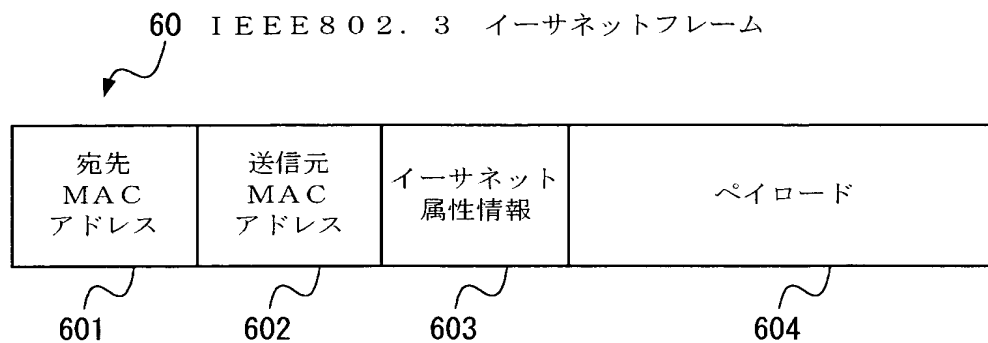
E 4 : 簡略化版ノード

【書類名】 図面

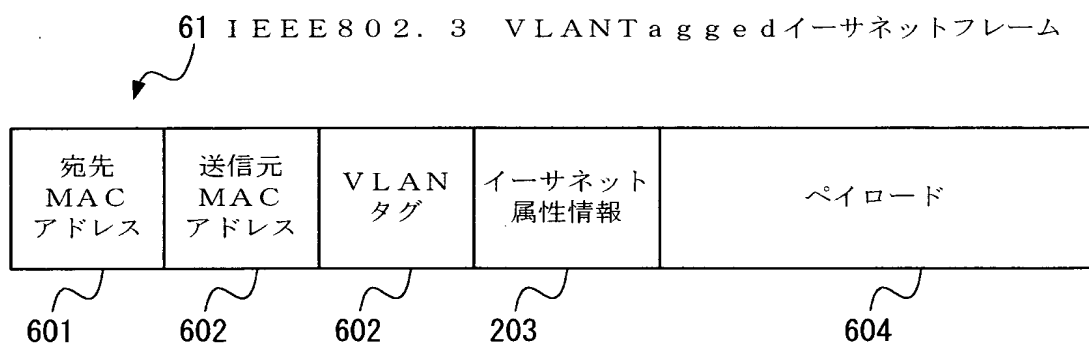
【図 1】



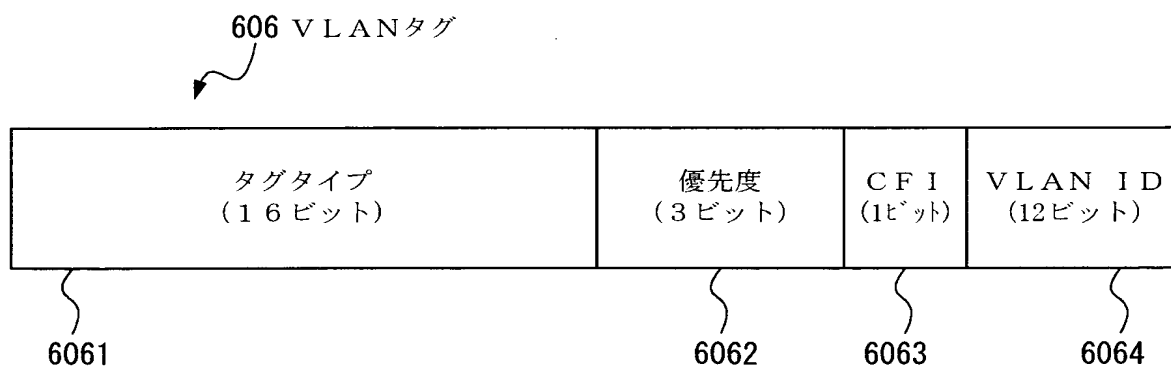
【図 2】



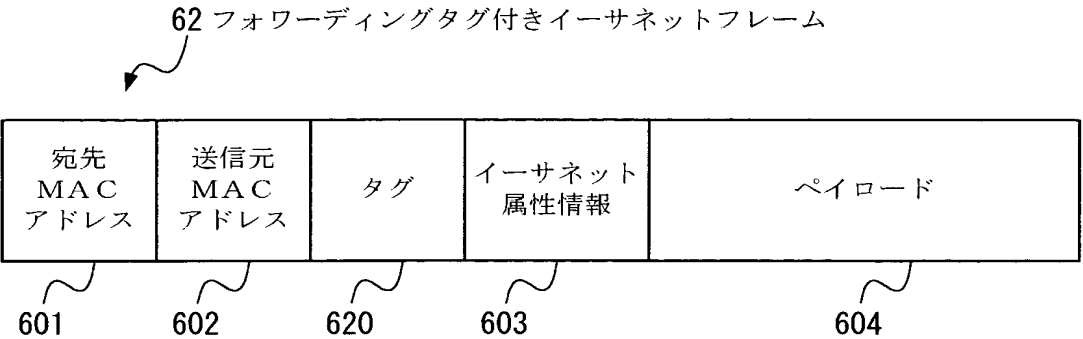
【図 3】



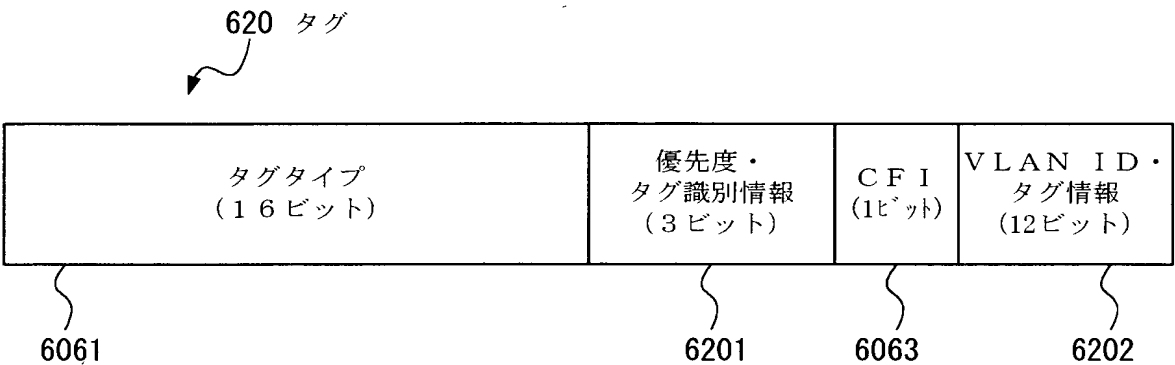
【図 4】



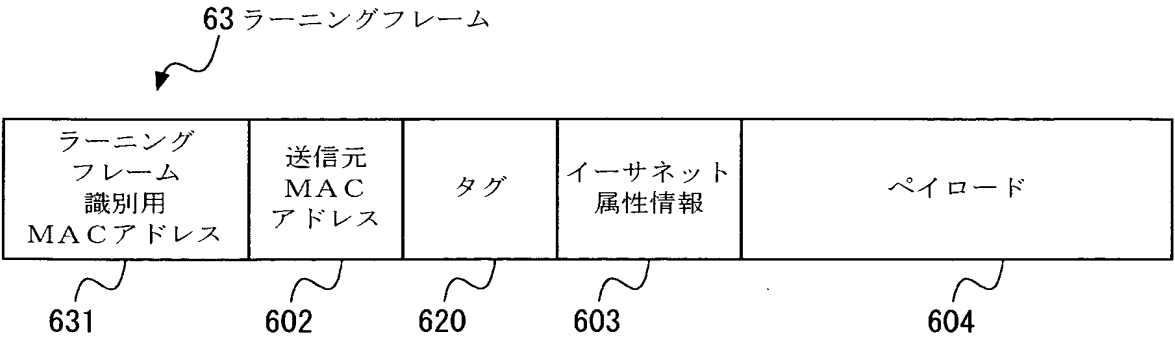
【図 5】



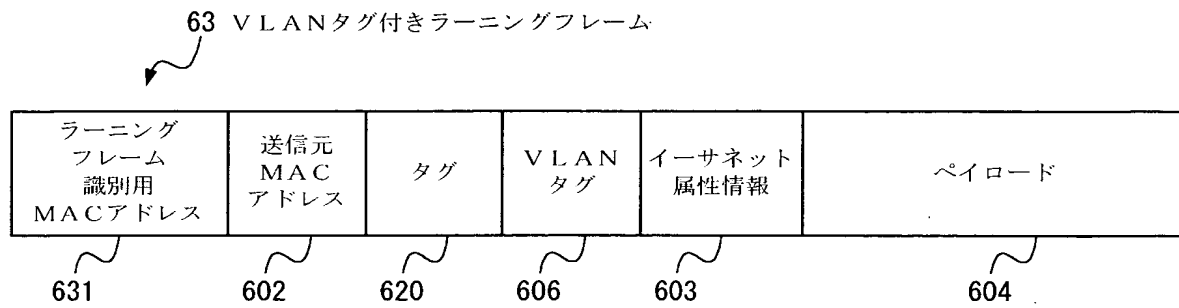
【図 6】



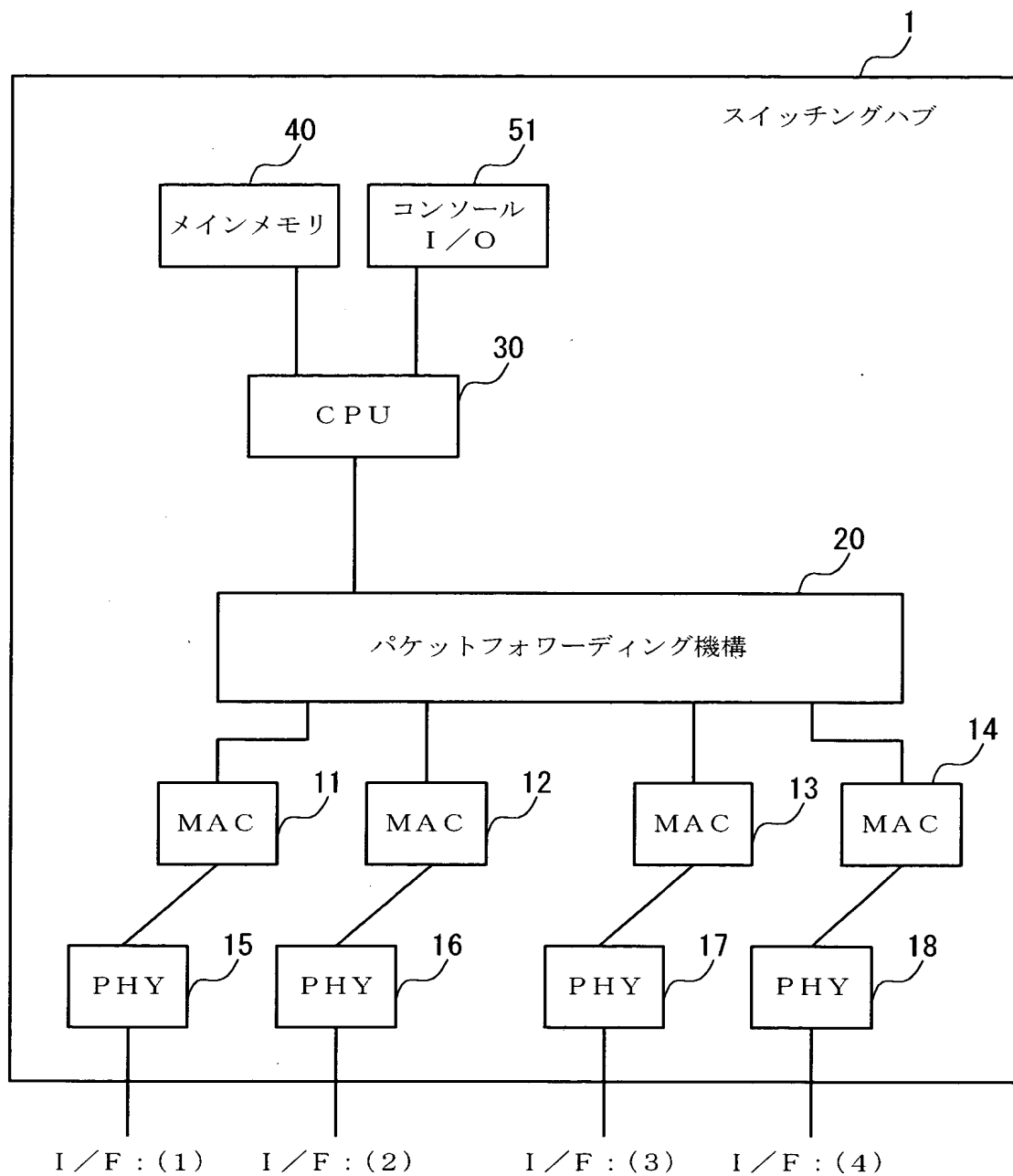
【図 7】



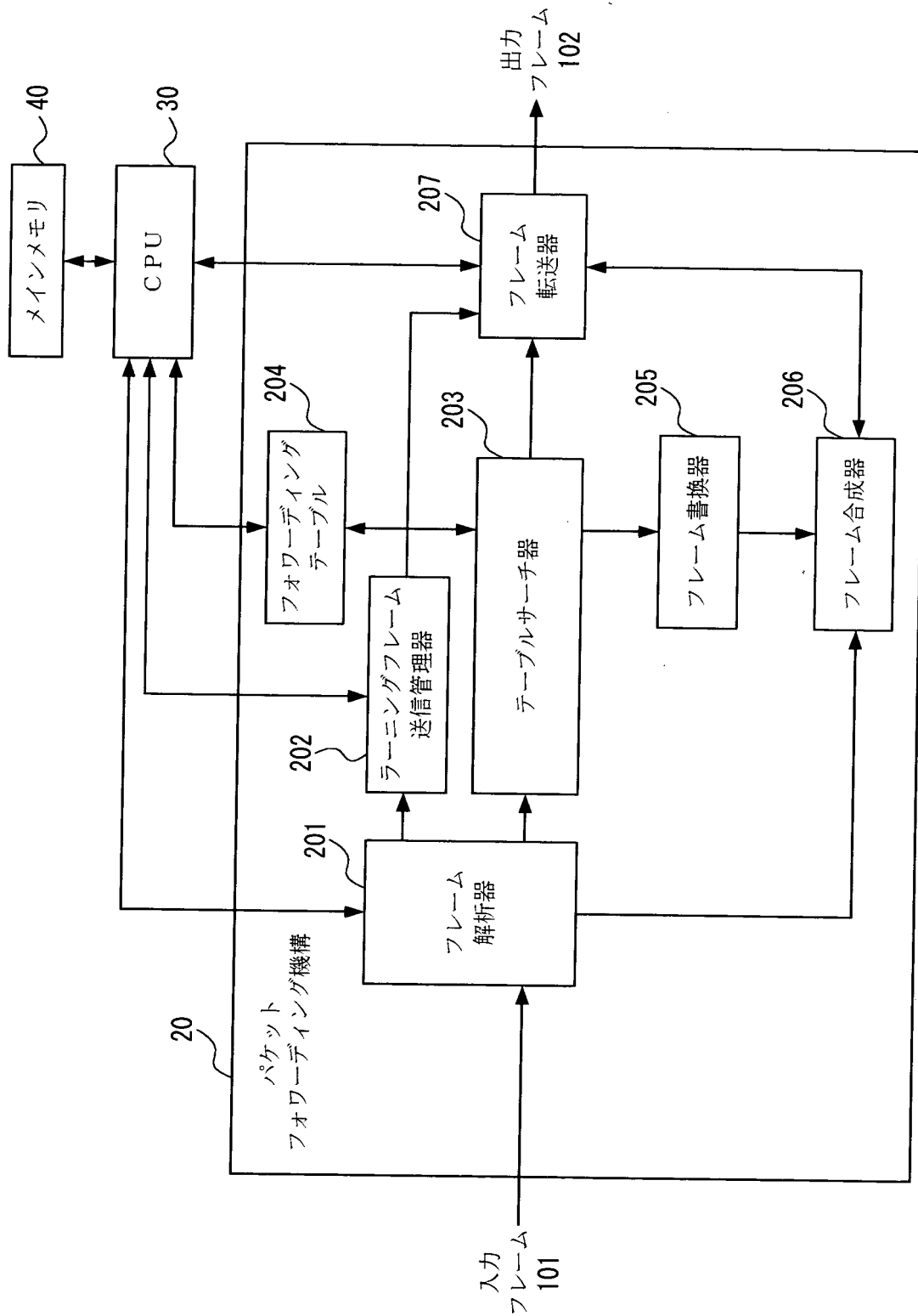
【図 8】



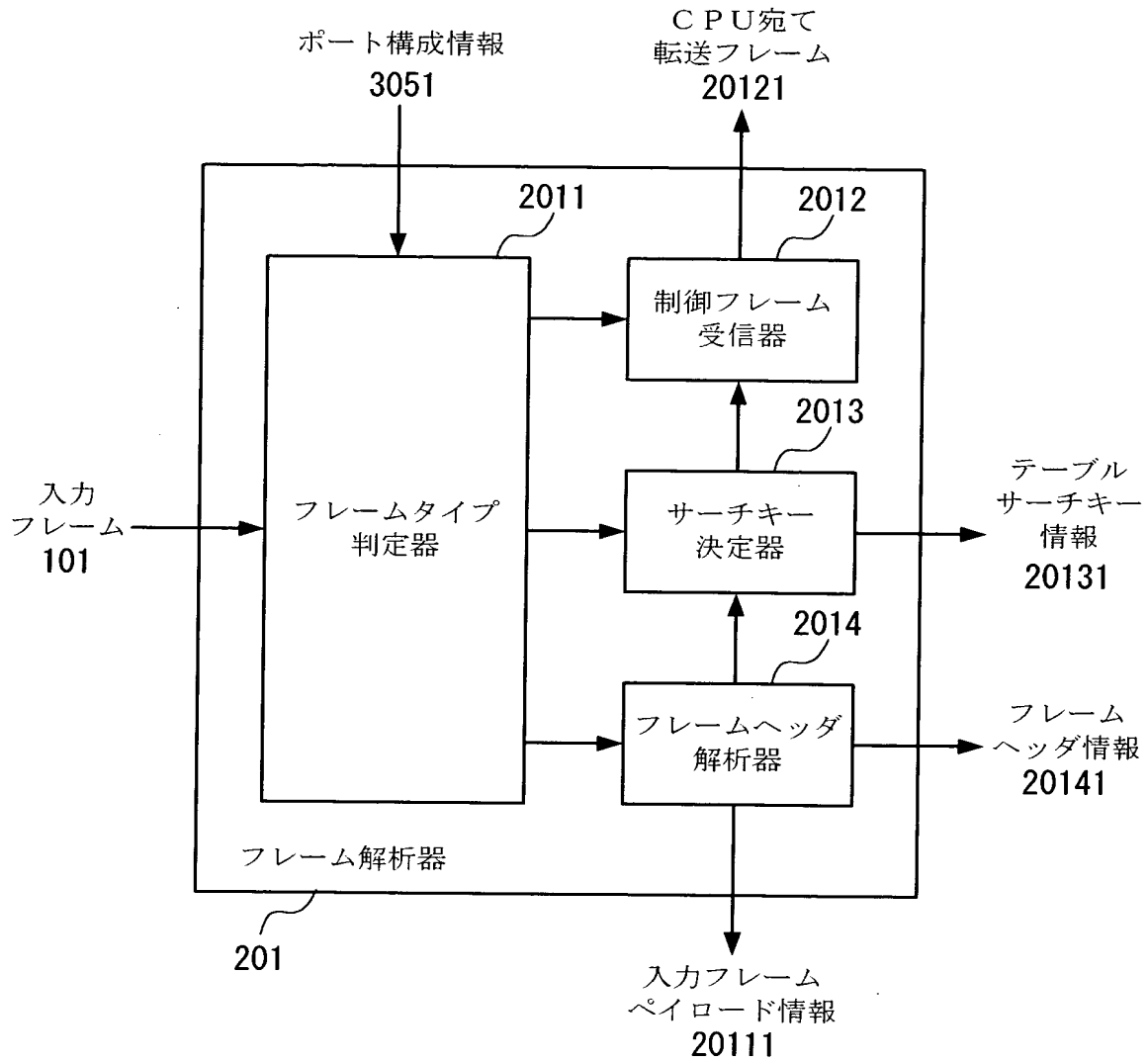
【図 9】



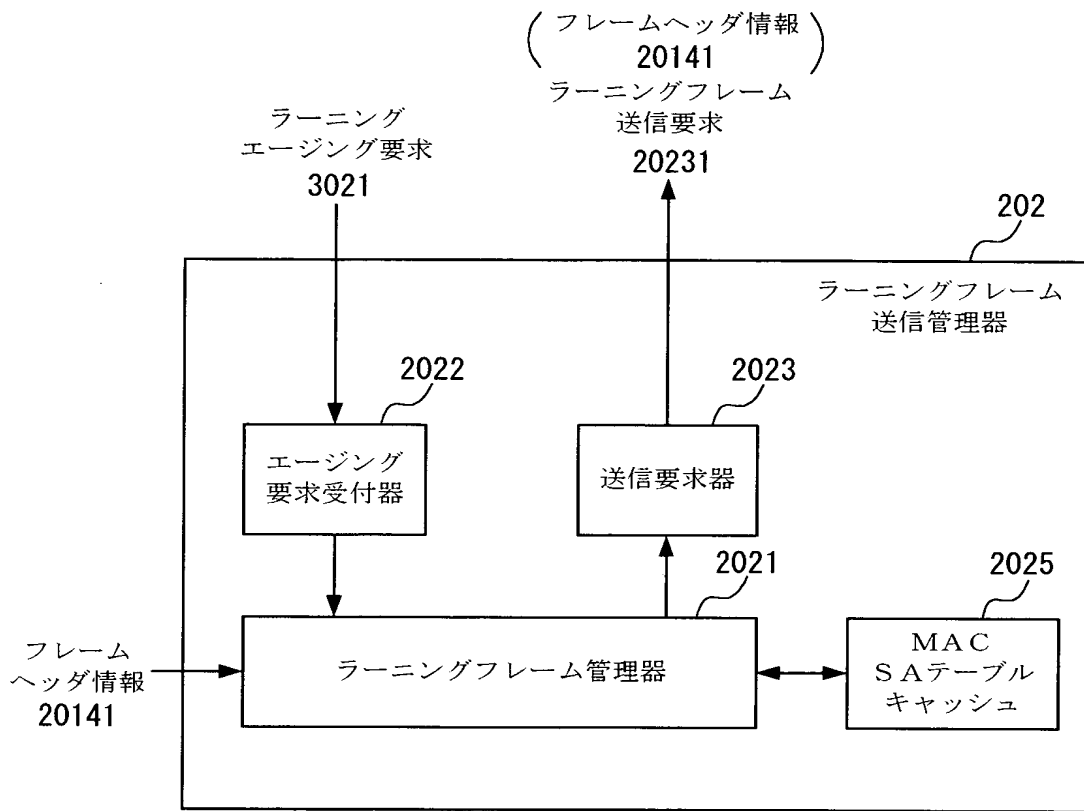
【図 10】



【図 11】



【図 12】

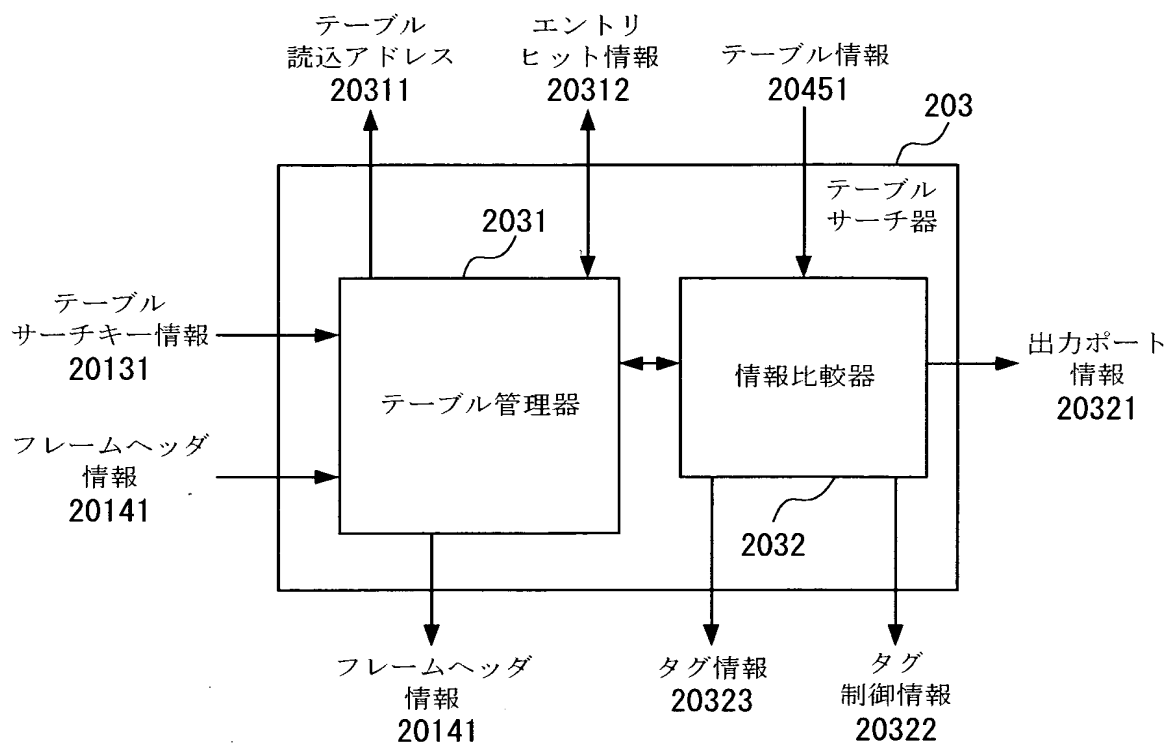


【図 1 3】

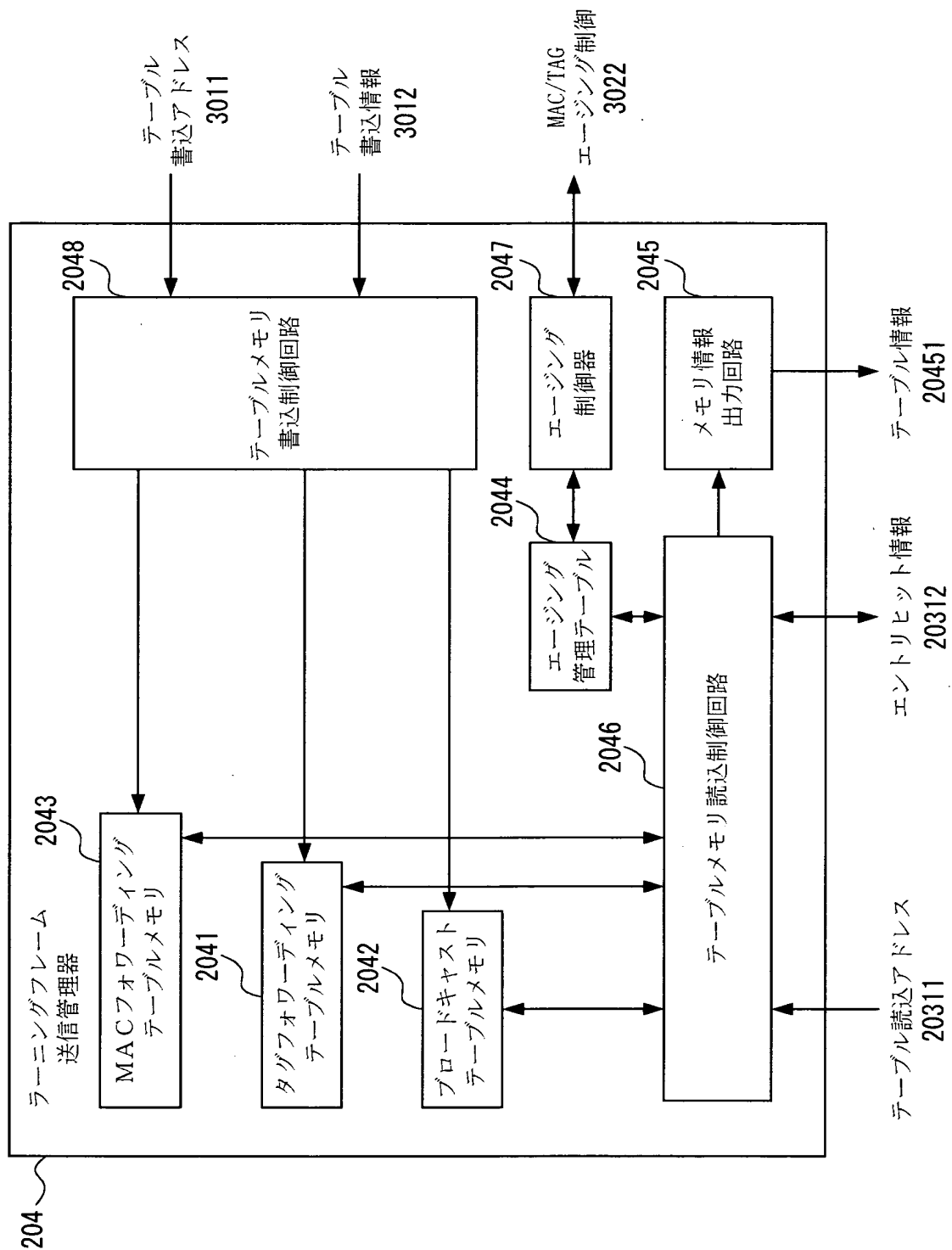
2025 MAC SA キャッシュテーブル

メモリアドレス	MAC SA 情報
0x0000	00-00-0c-01-02-03
0x0001	00-00-0c-01-02-04
:	•
:	•
:	•
:	00-00-0c-01-02-05
:	00-00-0c-01-02-06
:	00-00-0c-01-02-07
(0d4096) 0x1000	00-00-0c-01-02-08

【図 14】



【図 15】




【図 1 6】

2043 MAC フォワーディングテーブルメモリ

メモリアドレス	MAC 宛先アドレス (48bit)	宛先 1 段階 TAG 情報 (32bit)	エントリ種別	出力ポート 情報	障害時 出力ポート 情報	TAG 制御情報	TAG 情報 (3 2 b i t)
0x0000	00-00-0c-01-02-03	8100-0000	MAC→T a g	1	4	タグ挿入	8100-0001
0x0001	00-00-0c-01-02-04	8100-0000	MAC→T a g	1	4	タグ挿入	8100-0002
...
...	00-00-0c-01-02-05	8100-0000	MAC→P o r t	2	3	タグ無操作	0000-0000
...	00-00-0c-01-02-06	8100-4000	MAC→P o r t	3	0	タグ無操作	0000-0000
...	00-00-0c-01-02-07	8100-4000	MAC→P o r t	3	0	タグ無操作	0000-0000
(0d8388706) 0x7FFFFF	00-00-0c-01-02-08	8100-4000	MAC→P o r t	1	4	タグ無操作	0000-0000

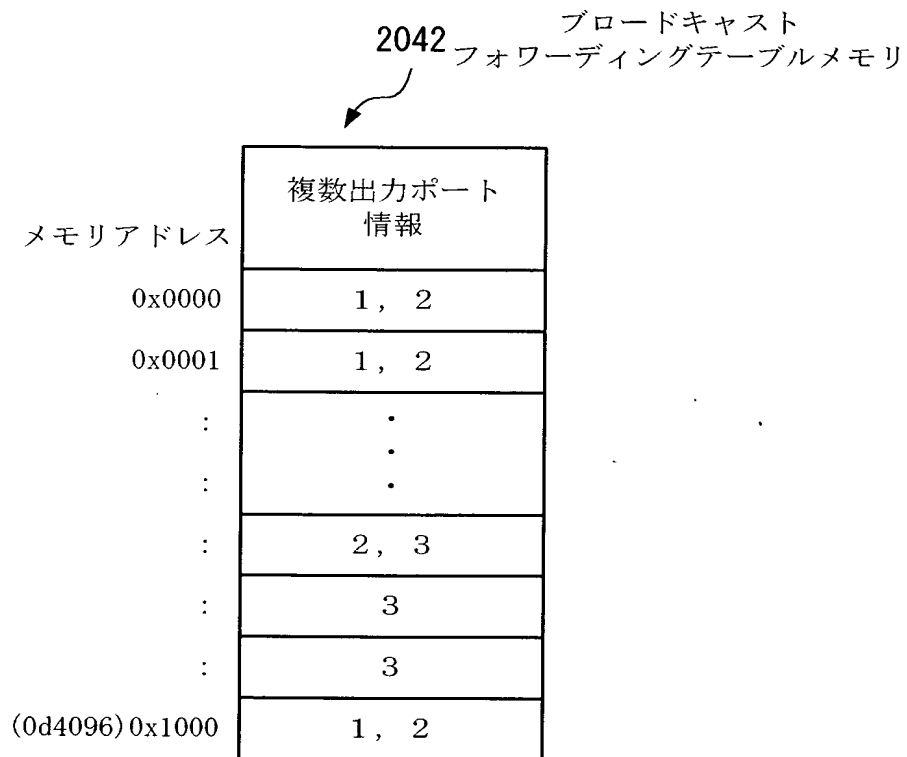
【図 1 7】

2041 タグフォワードイングテーブルメモリ



メモリアドレス	出力ポート 情報	障害時 出力ポート 情報
0x0000	1	4
0x0001	1	4
:	・	・
:	・	・
:	2	3
:	3	0
:	3	0
(0d4096) 0x1000	1	4

【図 1 8】

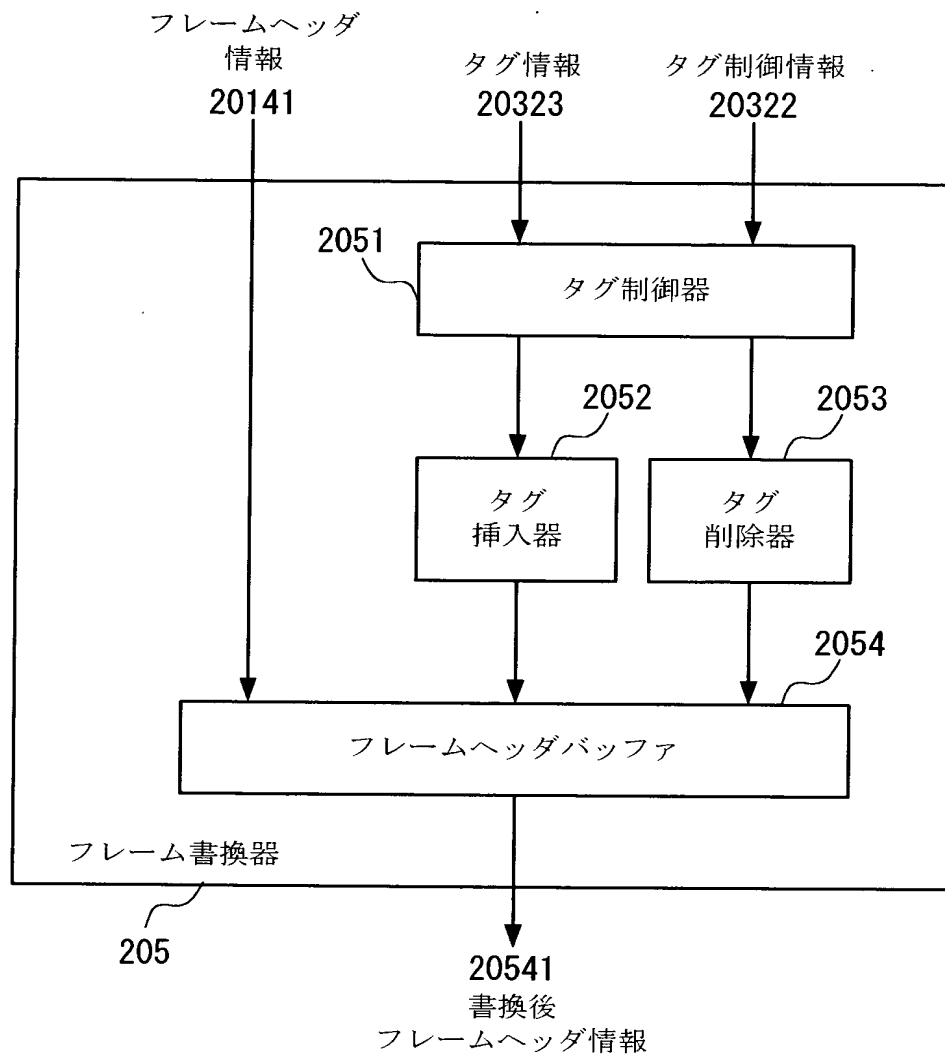


【図 1 9】

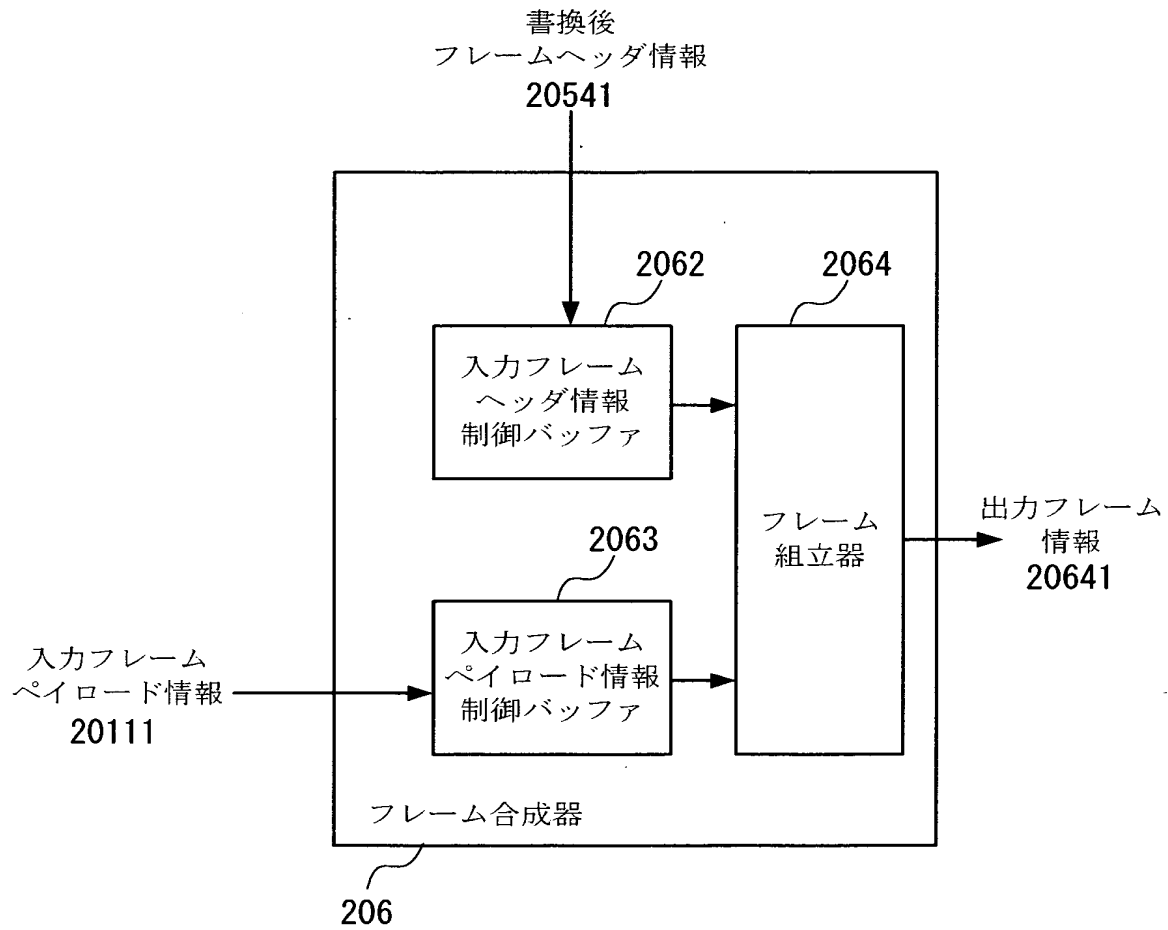
2044 エージング管理テーブル

メモリアドレス	MAC-T a g エントリ管理情報	MAC-P o r t エントリ管理情報
0x0000	ノーヒット	ノーヒット
0x0001	ヒット	ヒット
:	・	・
:	・	・
:	・	・
:	エントリ無効	エントリ無効
:	エントリ保護	エントリ保護
:	ノーヒット	ノーヒット
(0d8388706) 0x7FFFFFF	ヒット	ヒット

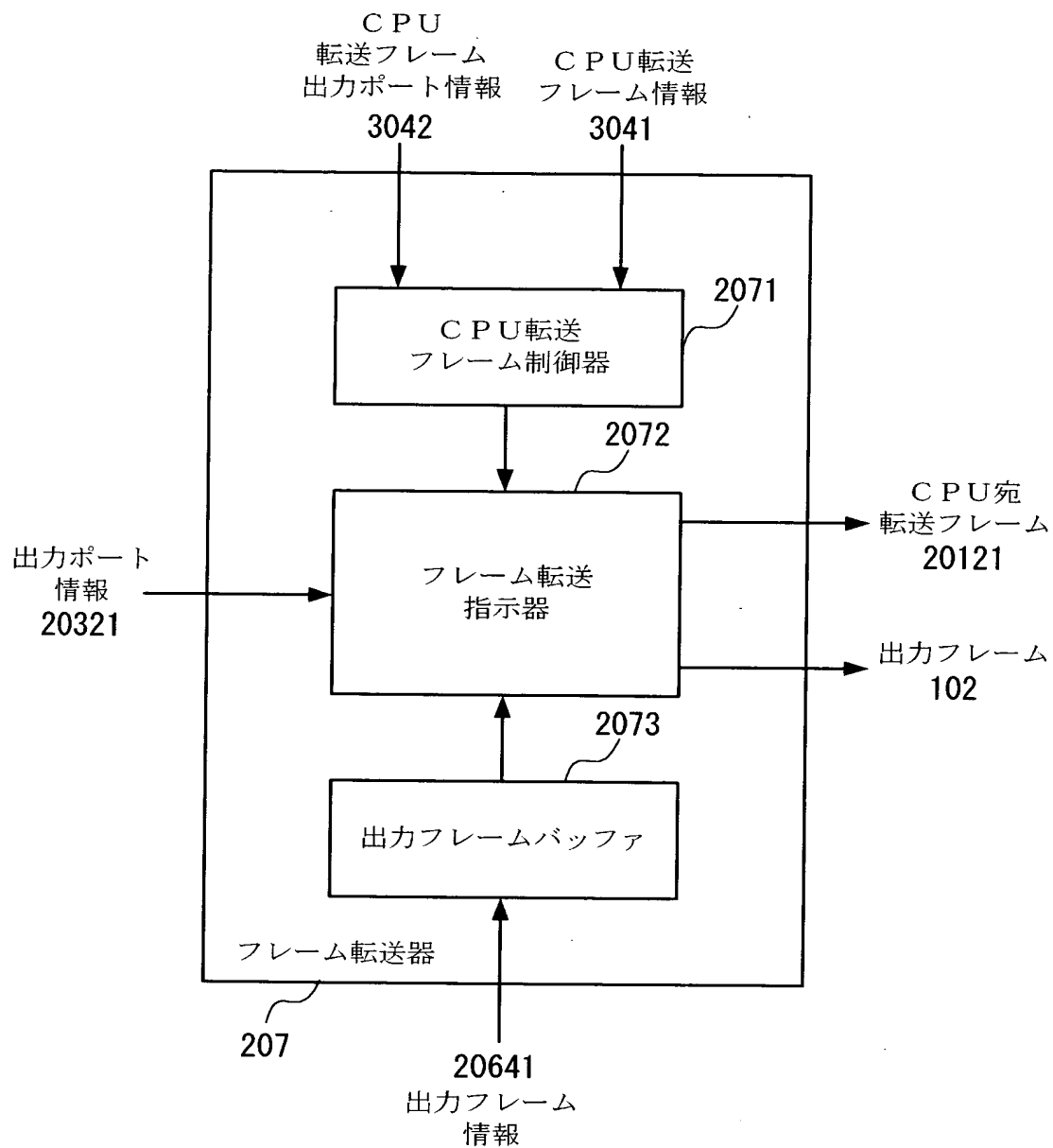
【図 20】



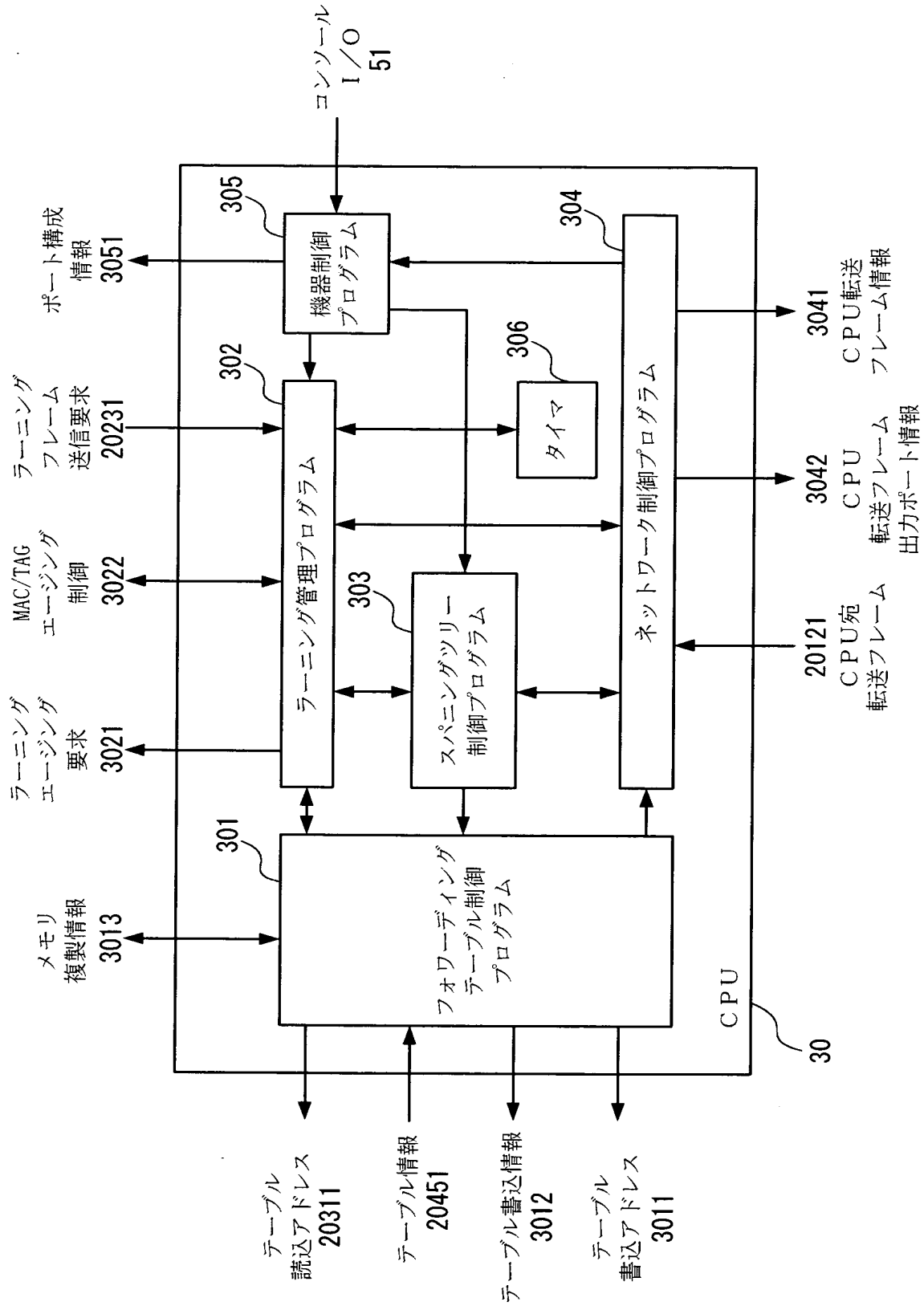
【図 21】



【図 22】




【図 23】



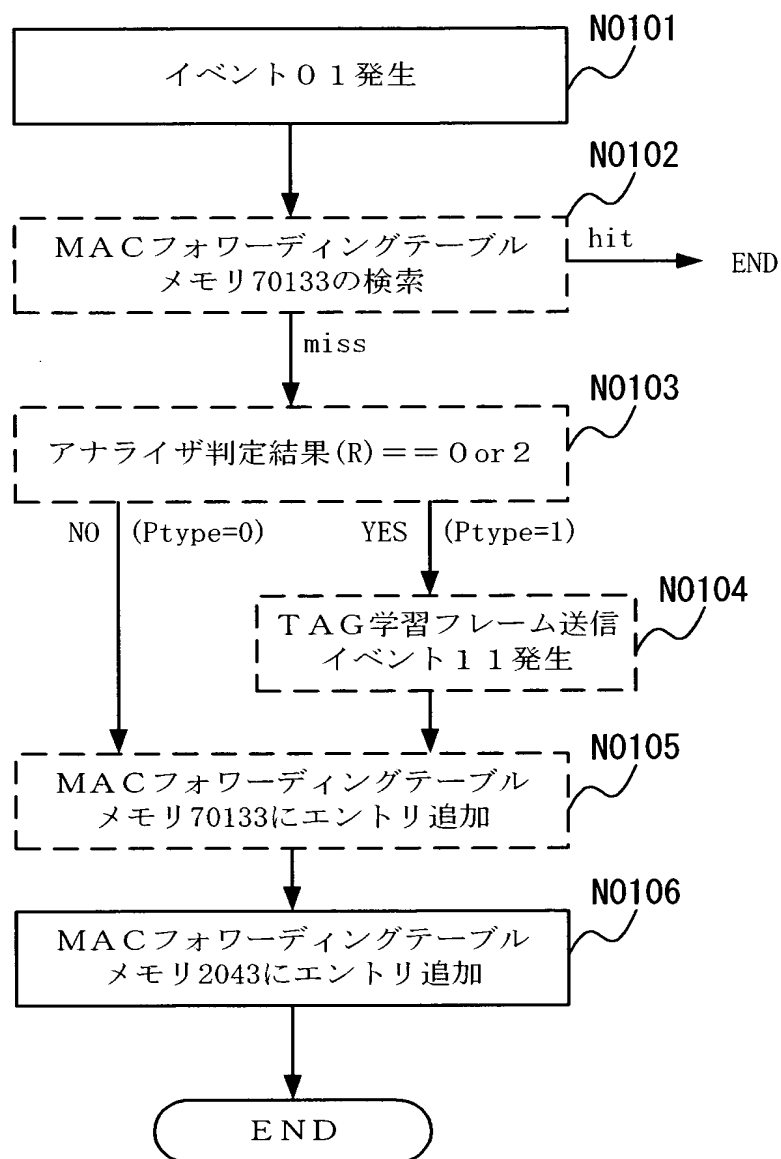
【図 2 4】

70134 TAG アドレス管理テーブル

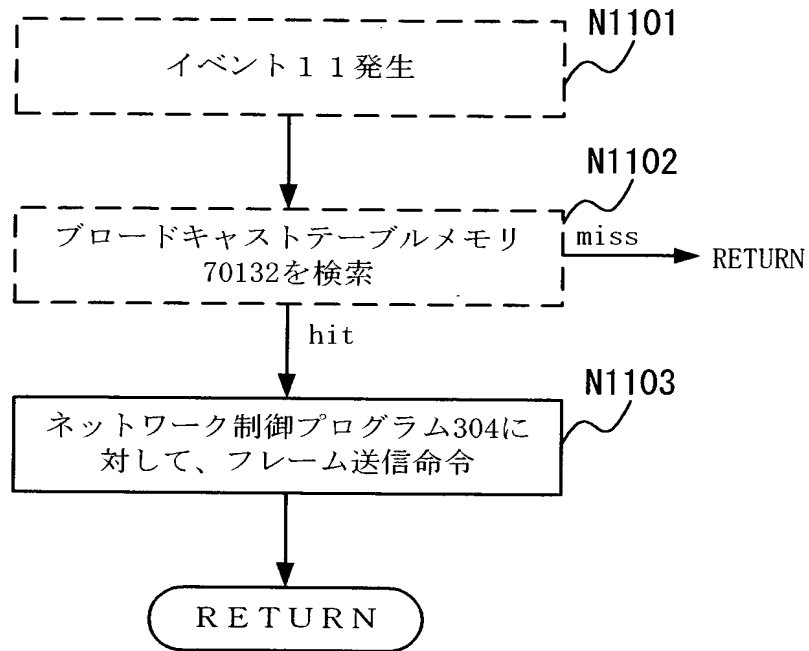


送信先 1 段目 TAG 情報	テーブル格納アドレス
8100-0000	0x0000, 0x01FF, 0x08EF
8100-0002	0x0300, 0x01DD
⋮	⋮
8100-1000	0x2236, 0x05EA, 0x08BB, 0x31F4
8100-2004	0x21B2
8100-4092	0x78AB, 0x9687
8100-4094	0xF67A

【図 25】

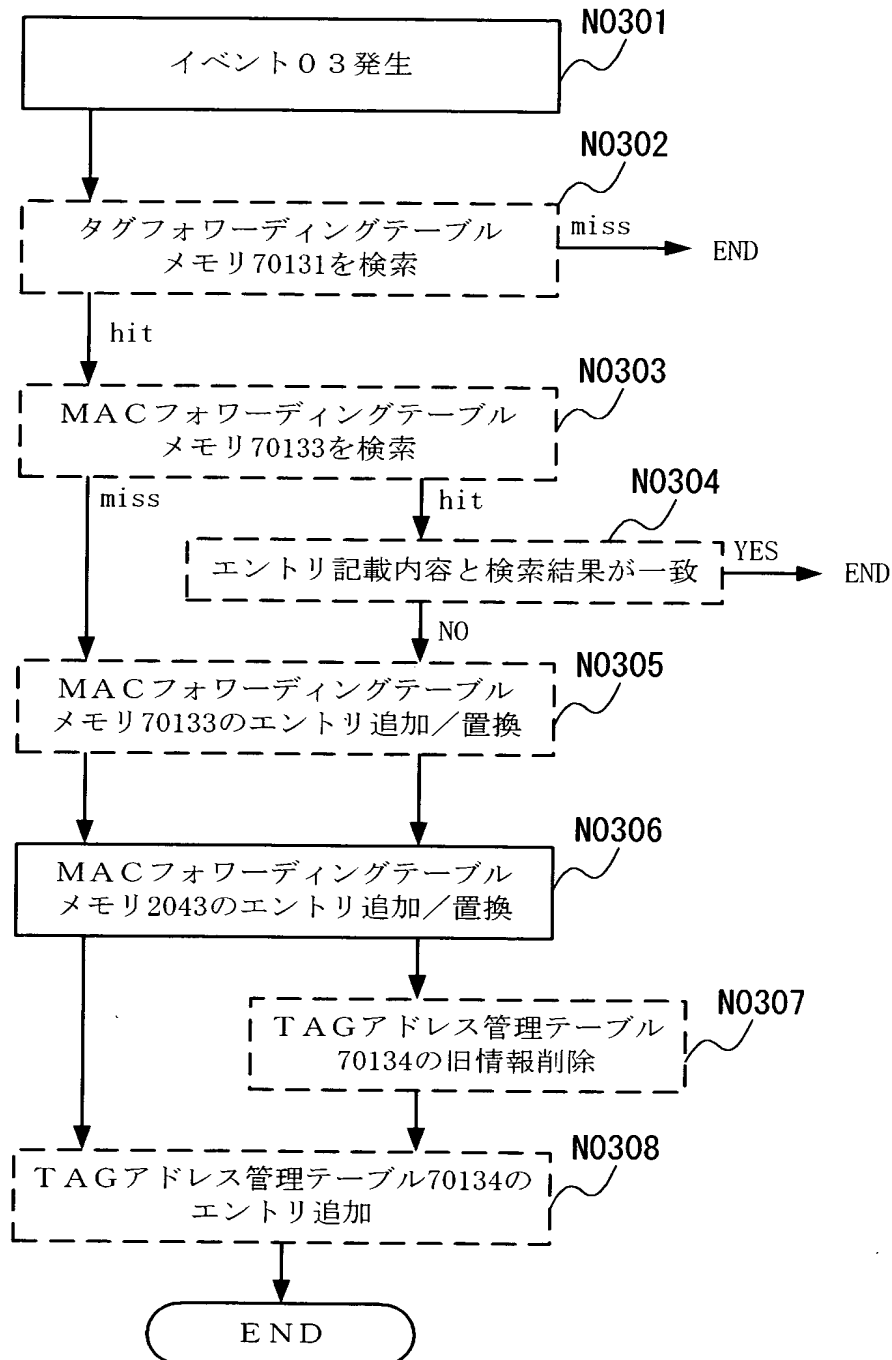


【図 26】

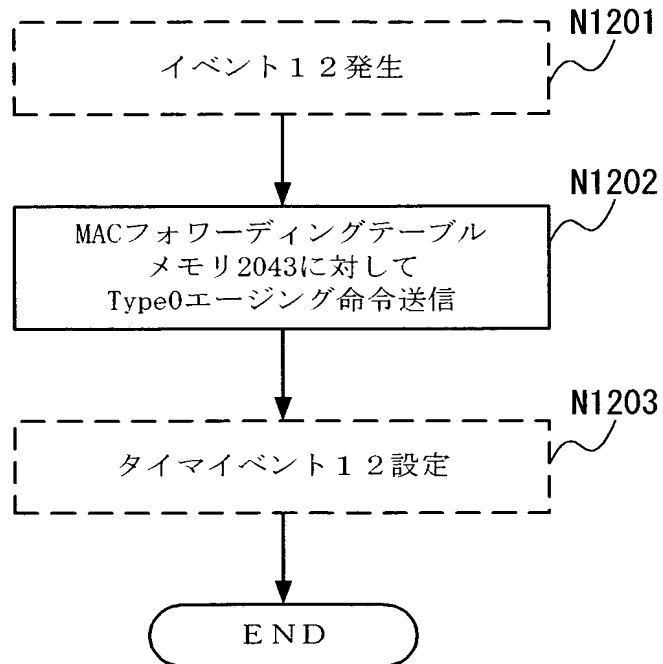


【図 27】

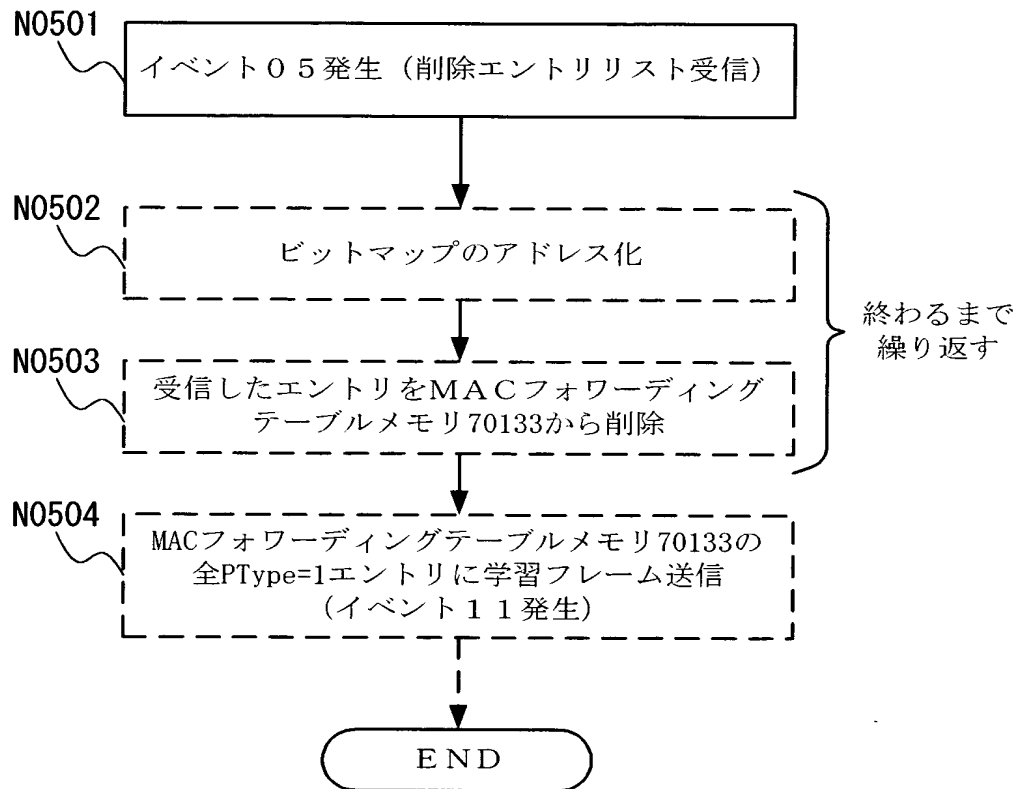
MAC DA & Tag → Tag の設定 (Tag 学習)



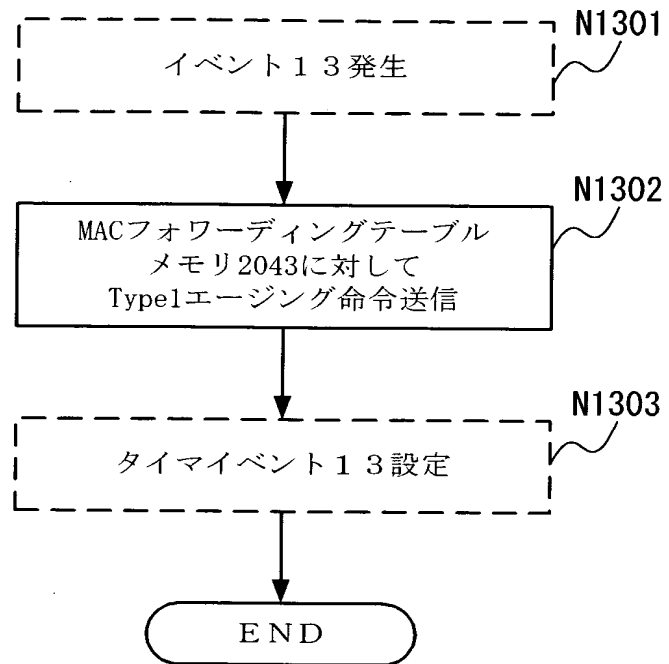
【図 2 8】



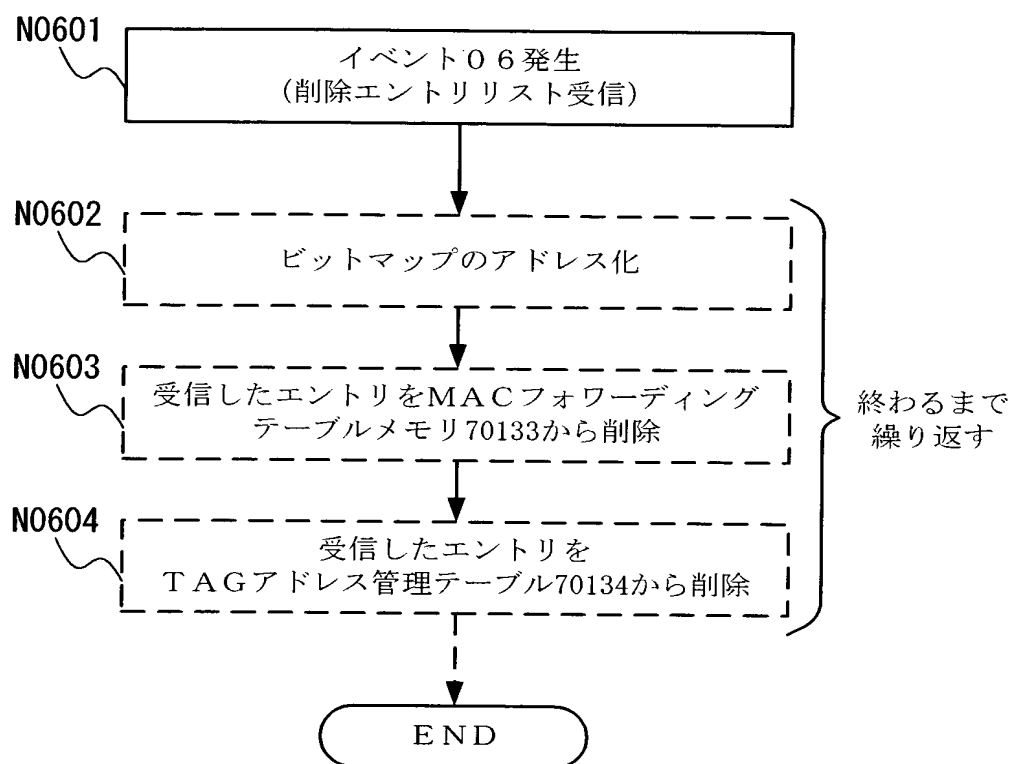
【図 29】



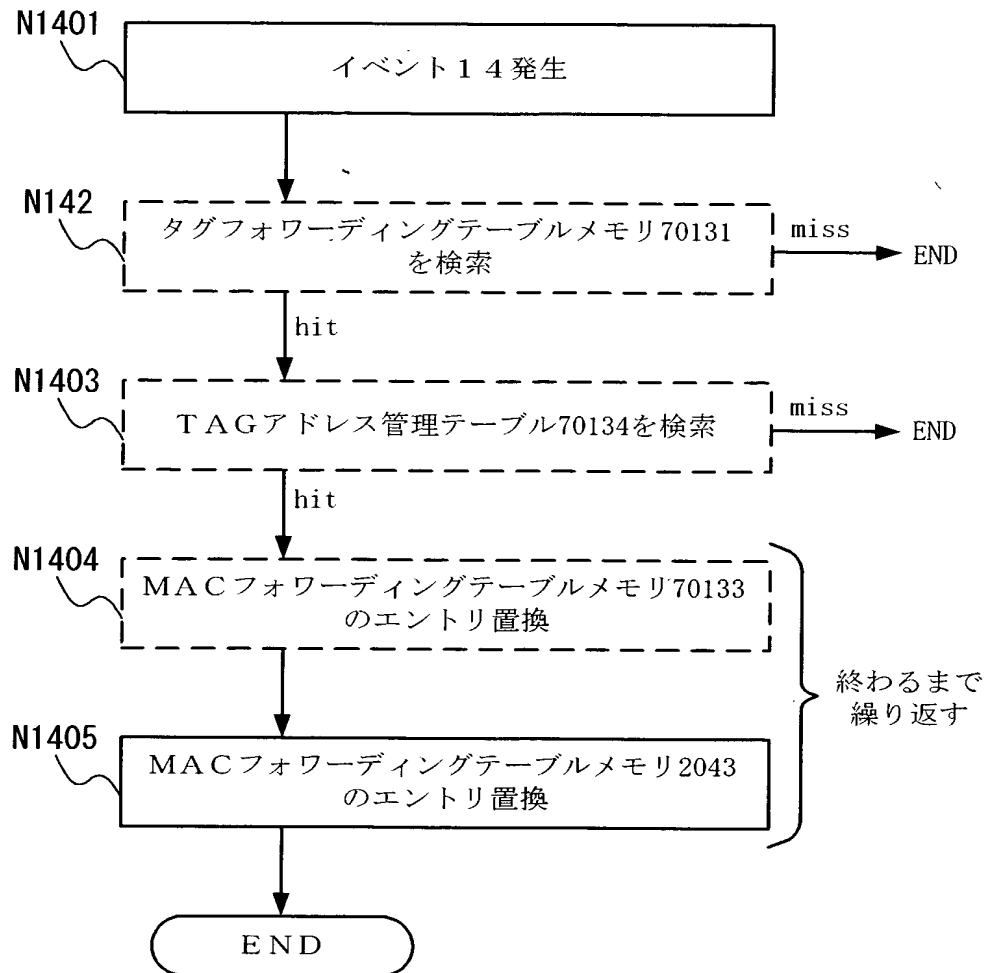
【図 30】



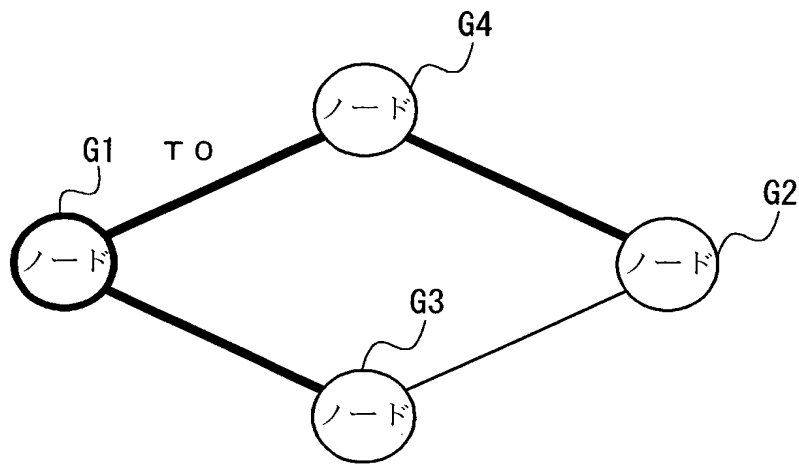
【図 31】



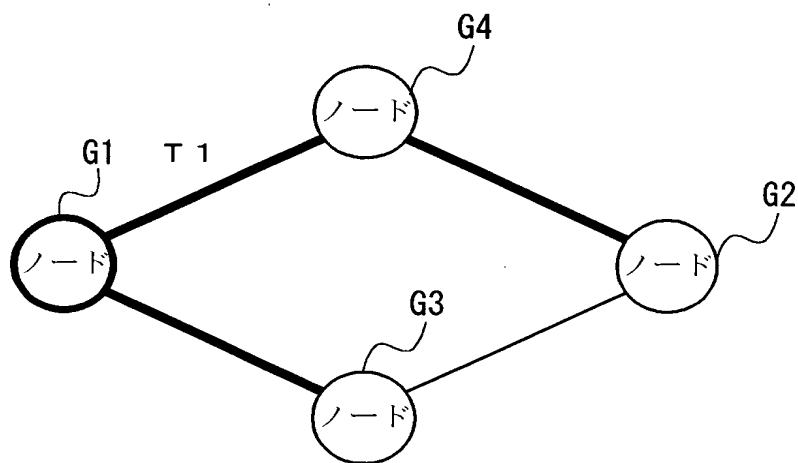
【図 3 2】



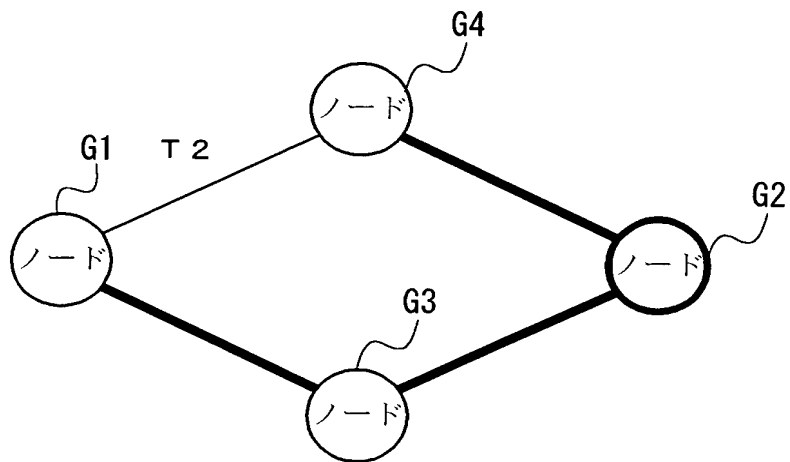
【図 3 3】



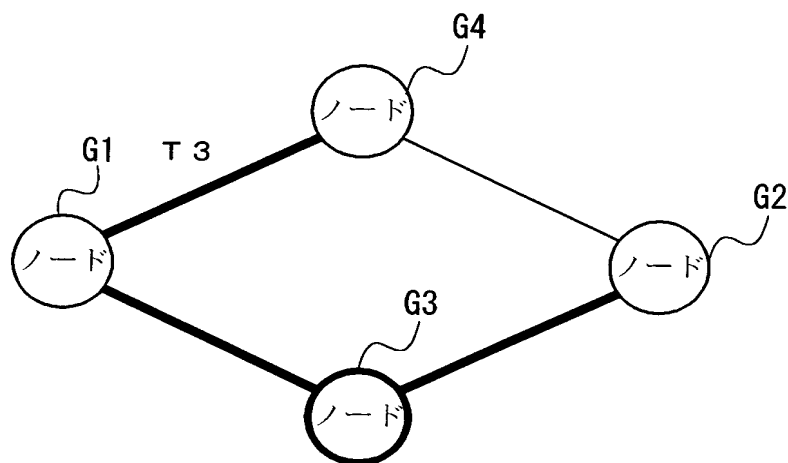
【図 3 4】



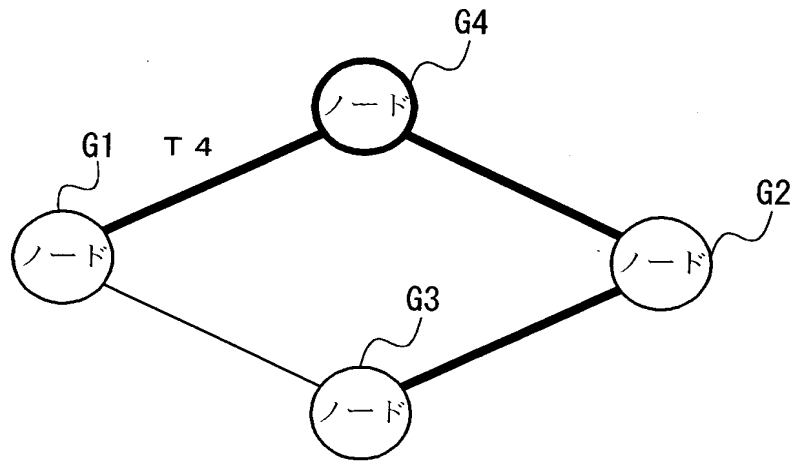
【図 3 5】



【図 3 6】

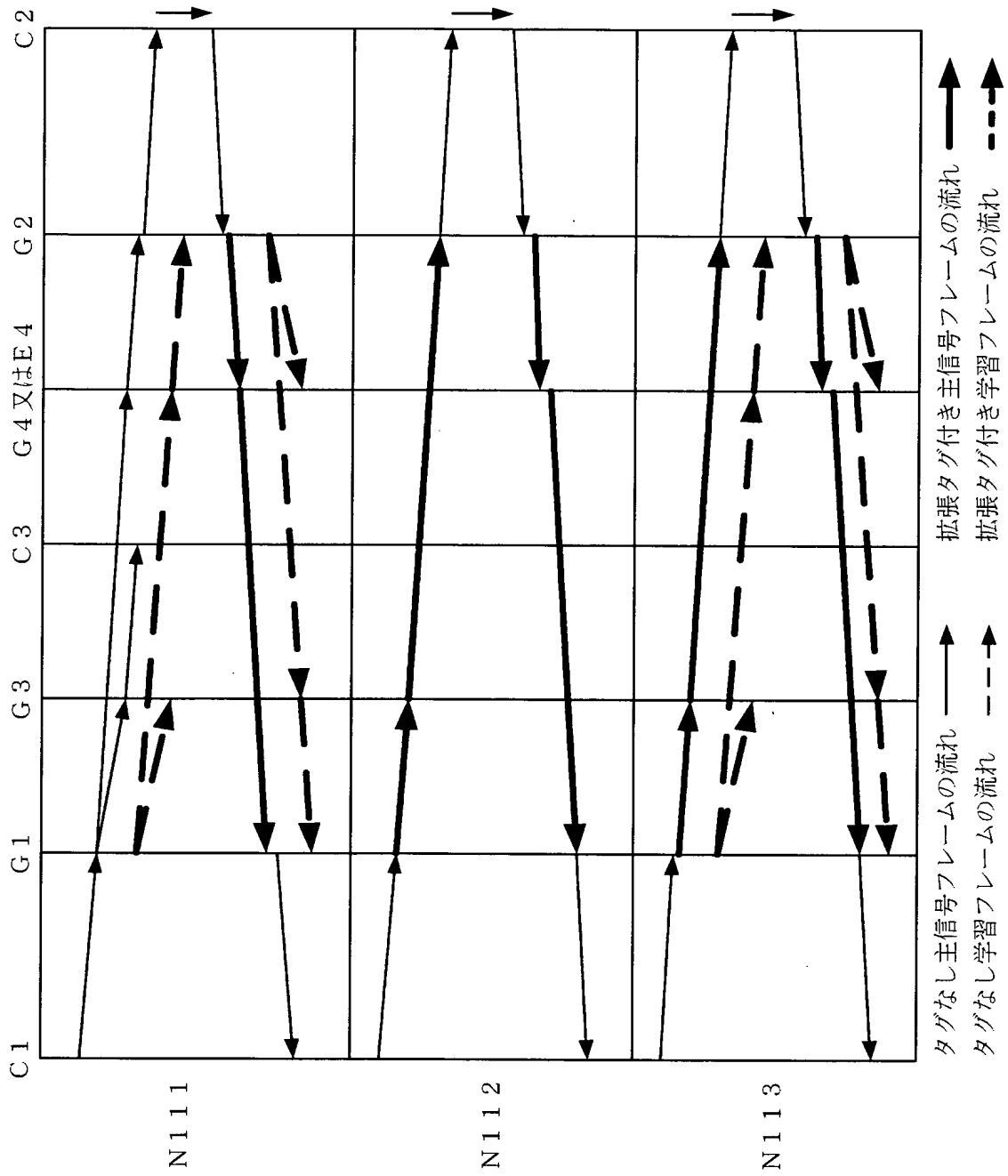


【図 37】



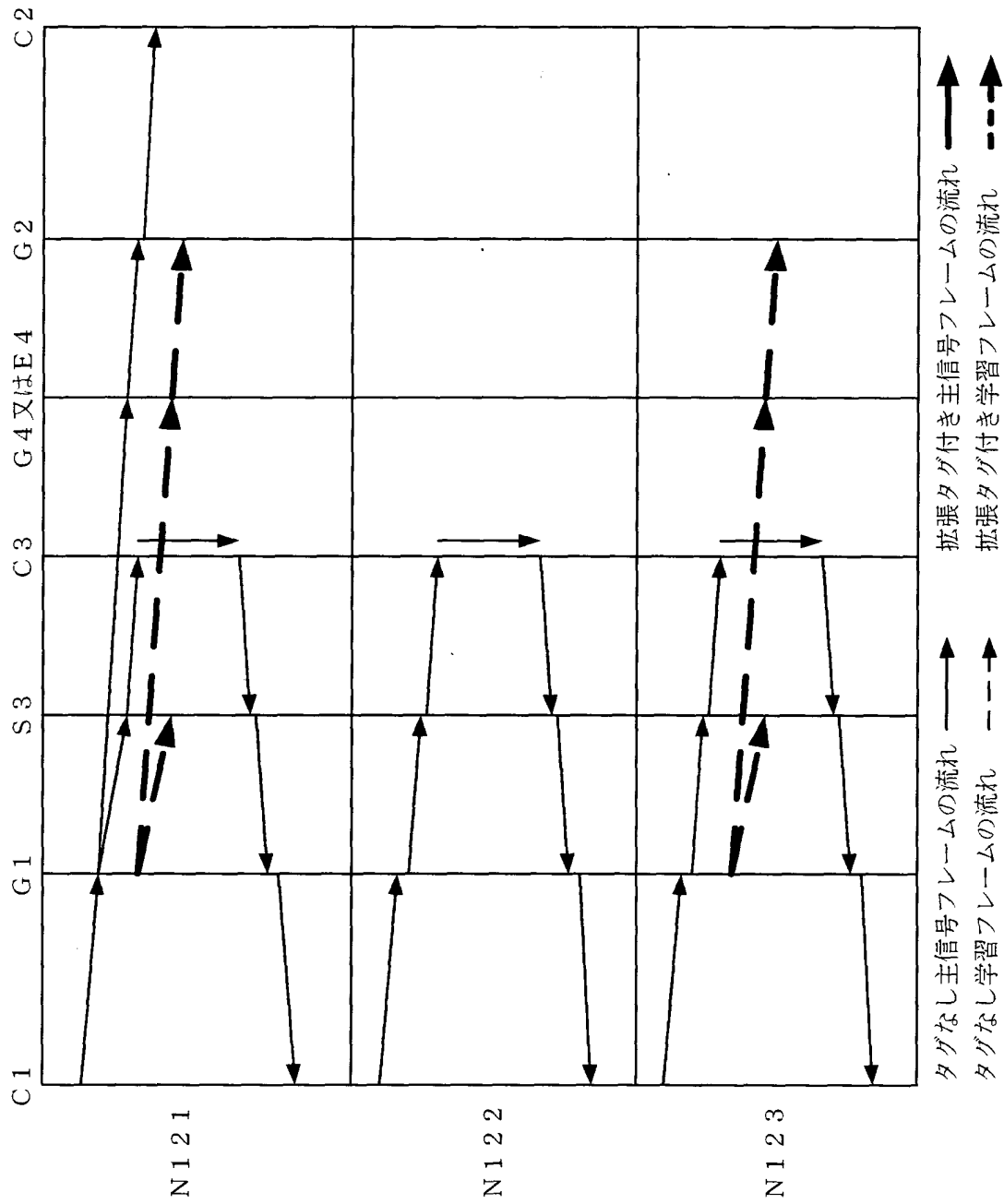
【図 38】

例 1: C1→C2 (G4がコアでも同様に動く。G3が既存ノードでも同様に動く。)



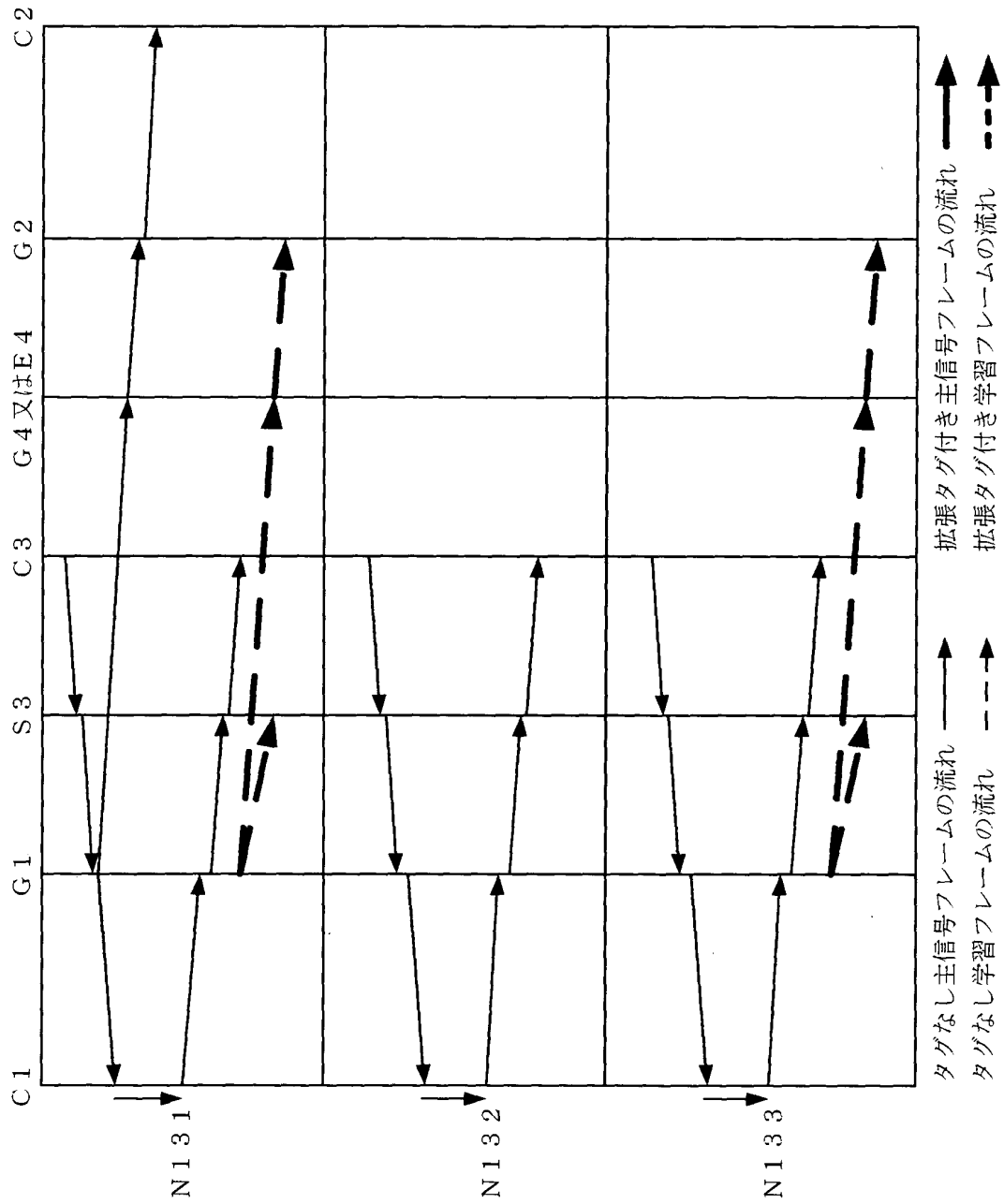
【図 39】

例 2 : C1→C3 (G3を既存ノードにする) G4がコアでも同様に動く。



【図 40】

例 3 : C3 → C1 (G3を既存ノードにする) G4がコアでも同様に動く。



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 帯域利用効率を上げることができるネットワークシステムを提案する。

【解決手段】 ラーニングフレームを送受信するCPU内のラーニング管理プログラムと、ラーニングフレームを転送するフレーム転送器と、ラーニング済みかどうかを判定するラーニングフレーム送信管理者を備える。

【選択図】 図 1 0

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 4 1 7 2 7
受付番号	5 0 3 0 0 2 6 6 6 2 6
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 5 年 5 月 1 3 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 2月19日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 4 1 7 2 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 3 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

氏 名

日本電気株式会社